



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de
Recursos Hídricos

Tatiana Ferreira de Lima

**Aplicação de um protocolo de avaliação rápida para diagnóstico ambiental
do rio Macacu no município de Cachoeiras de Macacu-RJ**

Rio de Janeiro

2024

Tatiana Ferreira de Lima

**Aplicação de um protocolo de avaliação rápida para diagnóstico ambiental do rio
Macacu no município de Cachoeiras de Macacu-RJ**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Cássia de Oliveira Farias

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CTCC

L732

Lima, Tatiana Ferreira.

Aplicação de um protocolo de avaliação rápida para diagnóstico ambiental do rio Macacu no município de Cachoeiras de Macacu-RJ / Tatiana Ferreira Lima.– 2024.

107 f. : il.

Orientadora: Cassia de Oliveira Farias.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologias e Ciências.

1. Recursos hídricos – Administração - Teses. 2. Água – Qualidade - Teses. 3. Impacto ambiental – Avaliação - Cachoeiras de Macacu (RJ) - Teses. 4. Educação ambiental – Teses. 5. Gestão ambiental – Teses. I. Farias, Cassia de Oliveira. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Centro de Tecnologias e Ciências. III. Título.

CDU: 556.18(815.3)

Bibliotecária Responsável: Priscila Freitas Araujo/ CRB-7: 7322

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Tatiana Ferreira de Lima

**Aplicação de um protocolo de avaliação rápida para diagnóstico ambiental do rio
Macacu no município de Cachoeiras de Macacu-RJ**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos.

Aprovada em 25 de janeiro de 2024.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a. Cássia de Oliveira Farias (Orientadora)
PROFÁGUA - UERJ

Prof. Dr. Friedrich Wilhelm Herms
PROFÁGUA - UERJ

Prof.^a Dr.^a. Cleonice Puggian
PROFÁGUA - UERJ

Prof.^a Dr.^a. Anatórcia Ferreira Alves
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Rio de Janeiro

2024

DEDICATÓRIA

À minha família, especialmente meu esposo e meus filhos, que me incentivaram até este momento, e mesmo perante a todas as dificuldades que passamos juntos, não fizeram com que desistisse desta formação que tanto foi almejada. Em memória à minha avó, que sempre acreditou na minha potencialidade, me incentivando a estudar, e mesmo não estando mais entre nós, fez grande parte desta minha jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, por ter me conduzido na concretização desse sonho.

Agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Cássia de Oliveira Farias pela forma motivadora de orientar o trabalho e por estar sempre disponível para tirar dúvidas e discutir os caminhos, contribuindo substancialmente para a conclusão desta pesquisa, com seu conhecimento acadêmico e sua experiência.

A todos os colegas e professores do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) pela convivência, ensinamentos, reflexões e pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal. E, especialmente, ao coordenador do ProfÁgua/UERJ, Friedrich Wilhelm Herms, por todo o apoio.

Um agradecimento institucional à UERJ, uma das melhores universidades do País, ao ProfÁgua pelo apoio técnico científico oferecido, à Agência Nacional de Águas (ANA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio ao ProfÁgua aportado até o momento. Ressalto que o presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES – Código de Financiamento 001 e da ANA, através do Projeto CAPES/ANA AUXPE N.o 2717/2015.

RESUMO

LIMA, Tatiana Ferreira de. **Diagnóstico da integridade Ambiental do Rio Macacu no trecho do município de Cachoeiras de Macacu, através do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios**. 2024. 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA)), Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Os rios vêm sofrendo com despejos de esgotos domésticos e industriais, além de outras ações antrópicas em seu entorno, que interferem diretamente em sua estrutura física e em suas comunidades. A manutenção da qualidade ambiental dos rios está diretamente relacionada ao conhecimento e controle das variáveis que interferem em sua dinâmica, sejam elas resultantes das ações do homem sobre o ambiente ou de suas transformações naturais. O objetivo da pesquisa foi desenvolver uma análise ambiental na Bacia Hidrográfica do rio Macacu, no trecho que compreende o município de Cachoeiras de Macacu sendo esta realizada através da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR). Para aplicar o Protocolo de Avaliação Rápida de rios, foram escolhidos seis trechos ao longo da bacia hidrográfica: quatro trechos do rio na área urbana, um trecho dentro de uma unidade de conservação e um trecho em área rural. Através da aplicação do PAR foi possível determinar qual a situação de alteração ambiental de cada trecho selecionado. Os trechos analisados apresentaram particularidades quanto às características ambientais e à qualidade da água, sendo classificados em impactado, alterado e natural. Tal variação é oriunda da alternância entre ocupações antrópicas. Dos trechos avaliados, dois se enquadram na condição natural, um na condição alterada e três trechos na condição impactada. O PAR também é uma alternativa interessante para ser usado em projetos de Educação Ambiental. A Educação ambiental destaca-se como medida mitigatória e deve ser apresentada com uma visão integral sobre preservação do meio ambiente incluindo os recursos hídricos. Sendo assim como resultado neste presente estudo, foi elaborado um guia com adaptação do PAR para ser trabalhado nas escolas por professores e o resultado da aplicação desta mesma adaptação com alunos voluntários. Na aplicação, os alunos relataram que o instrumento desenvolvido os aproxima das questões ambientais e, afirmaram que se sentiram sensibilizados para com as questões ligadas à preservação dos recursos hídricos. Conclui-se que o PAR adequado mostra-se como uma ferramenta útil e interessante para ser utilizada em projetos e programas de Educação Ambiental.

Palavras-chave: água; avaliação ambiental; qualidade da água.

ABSTRACT

LIMA, Tatiana Ferreira de. **Diagnosis of the Environmental integrity of the Macacu River in the stretch of the municipality of Cachoeiras de Macacu, through the Rapid River Assessment Protocol**. 2024. 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA)), Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Rivers have been suffering from domestic and industrial sewage discharges, in addition to other human actions in their surroundings, which directly interfere with their physical structure and communities. Maintaining the environmental quality of rivers is directly related to the knowledge and control of the variables that interfere in their dynamics, whether they result from human actions on the environment or its natural transformations. The objective of the research was to develop an environmental analysis in the Macacu River Hydrographic Basin, in the stretch that comprises the municipality of Cachoeiras de Macacu, which was carried out through the application of the Rapid River Assessment Protocol (PAR). To apply the Rapid River Assessment Protocol, six stretches were chosen throughout the river basin: four stretches of the river in the urban area, one stretch within a conservation unit and one stretch in a rural area. Through the application of PAR, it was possible to determine the environmental change situation of each selected stretch. The analyzed stretches presented particularities regarding environmental characteristics and water quality, being classified as impacted, altered and natural. anthropogenic occupations. Of the sections evaluated, two are in the natural condition, one in the altered condition and three sections in the impacted condition. The PAR is also an interesting alternative to be used in Environmental Education projects. Environmental education stands out as a mitigating measure and must be presented with a comprehensive view on preserving the environment, including water resources. Therefore, as a result of this present study, a guide was prepared adapting the PAR to be worked on in schools by teachers and the result of applying this same adaptation with volunteer students. In the application, the students reported that the instrument developed brings them closer to environmental issues, and stated that they felt sensitized to issues linked to the preservation of water resources. It is concluded that the appropriate PAR proves to be a useful and interesting tool for be used in Environmental Education projects and programs.

Keywords: water; environmental assessment; water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Mapa indicando o município de Cachoeira de Macacu e os municípios limítrofes.....	34
Figura 2 –	Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu.....	37
Figura 3 –	Mapa do Trecho do Rio Macacu do presente estudo.....	41
Figura 4 –	Localização do ponto 1.....	53
Figura 5 –	Imagem do Rio Macacu no ponto 1.....	53
Figura 6 –	Localização do ponto 2.....	54
Figura 7 –	Imagem do Ponto 2 - Centro de Cachoeiras Macacu.....	54
Figura 8 –	Localização do ponto 3.....	55
Figura 9 –	Imagem do Ponto 3 - Sede da APA da Bacia do Rio Macacu.....	55
Figura 10 –	Localização do ponto 4.....	56
Figura 11 –	Imagem da Localização do ponto 4 (Japuiba).....	56
Figura 12 –	Localização do ponto 5.....	57
Figura 13 –	Imagem da Localização do ponto 5 (Papucaia)	57
Figura 14 –	Localização do ponto 6.....	58
Figura 15 –	Imagem da Localização do ponto 6 (Marubai)	58
Figura 16 –	Imagens do trecho de rio avaliado pelos discentes participantes da oficina de monitoramento ambiental, por meio do protocolo adequado no presente estudo (Japuiba, Cachoeiras de Macacu -RJ).....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Indicadores e parâmetros de degradação.....	25
Quadro 2 –	Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (U.S. EPA,1997) por Callisto <i>et al.</i> (2002).....	28
Quadro 3 –	Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas,modificado do protocolo de Hannaford <i>et al.</i> , (1997) por Callisto <i>et al.</i> (2002).....	29
Quadro 4 –	Bibliografias Inspiradoras para pesquisa.....	43
Quadro 5 –	Localização e descrição dos pontos onde foram aplicados o PAR.....	47
Quadro 6 –	Resultado da aplicação do PAR nos pontos selecionados na bacia do rio Macacu, no município de Cachoeiras de Macacu.....	51
Quadro 7 –	Questionário aplicado junto aos alunos participantes da oficina de monitoramento ambiental.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Parâmetros hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu.....	39
Tabela 2 –	Parâmetros do PAR adaptados para o rio Macacu.....	44
Tabela 3 –	Ficha de com a pontuação atribuída aos parâmetros de análise do PAR.....	45
Tabela 4 –	Localização com as coordenadas.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBHs	Comitês de Bacias Hidrográficas
EA	Educação Ambiental
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
ONU	Organização das Nações Unidas
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PAR	Protocolo de Avaliação rápida de Rios

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	12
1	OBJETIVOS	14
1.1	Geral	14
1.2	Específicos	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Educação Ambiental e Recursos Hídricos	15
2.2	Avaliação Ambiental Participativa	20
2.3	Protocolo de Avaliação Rápida de Rios	22
3	ÁREA DE ESTUDO	34
3.1	Caracterização do município de Cachoeiras de Macacu	34
3.2	Caracterização da Bacia Guapi-Macacu	36
3.3	Aspectos socioambientais da área de estudo	40
4	METODOLOGIA	42
4.1	Aplicação do Protocolo de Avaliação rápida de Rios (PAR) na Bacia Guapi-Macacu	43
4.2	Desenvolvimento de material instrucional para aplicação do PAR pela sociedade	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
5.1	Resultados da aplicação do PAR no trecho avaliado	51
5.2	Construção do guia de Campo	59
5.3	Aplicação do protocolo adaptado no guia com voluntários	59
5.4	Discussões	62
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS	68
	APÊNDICE A – O Guia Proposto	76

INTRODUÇÃO

A água é essencial á vida e, portanto, para todos os organismos vivos, incluindo o homem. As mudanças de estados físicos da água o seu ciclo hidrológico são essenciais e influenciam os processos que operam na superfície da terra, incluindo o desenvolvimento e manutenção da vida (Tundisi, 2003).

Os usos múltiplos excessivos e as retiradas permanentes para diversas finalidades têm diminuído consideravelmente a disponibilidade de água e produzindo inúmeros problemas de escassez em muitas regiões e países. As demandas estão se tornando cada vez maiores sob o impacto sob o crescimento acelerado da população e do maior uso da água, imposto pelos padrões de conforto e bem-estar da vida moderna. Entretanto a qualidade das águas vem sendo degradada de forma alarmante.

Em muitas regiões do Brasil, algumas etapas do ciclo hidrológico tem sofrido grandes alterações, especialmente nas últimas décadas. Estas alterações resultam das diferentes formas de interferência humana sobre o ambiente, tais como: aumento desordenado das grandes cidades, dragagem de extensas áreas alagáveis, devastação de florestas e construção de grandes lagos artificiais. (Esteves, 2011).

A poluição é uma das consequências preocupantes, pois interfere no equilíbrio dos ecossistemas, causando problemas à saúde e às atividades socioeconômicas que dependem dos recursos hídricos. Sendo assim é necessário implementar ações de conservação dos recursos naturais, visando principalmente a sustentabilidade (Gomes, 2017).

A contínua preocupação com o estado de degradação do meio ambiente induz à necessidade de se estabelecer métodos de avaliação que sejam eficientes e úteis para auxiliar nas tomadas de decisões nos processos de gestão. Neste contexto se inserem os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs), que são instrumentos utilizados na verificação da qualidade ambiental numa visão holística levando em consideração a análise integrada dos ecossistemas lóticos através de uma metodologia simples e de rápida aplicação (Rodrigues, 2008).

O PAR diferencia-se de outros métodos de avaliação por permitir uma análise mais geral e também por possibilitar a inserção da população no monitoramento dos recursos hídricos (Bersot; Menezes; Andrade,2015). É uma ferramenta que pode ser utilizada em projetos de Educação Ambiental, proporcionando o desenvolvimento da compreensão integrada da qualidade ambiental de um ecossistema, incluindo aspectos ecológicos. A aplicação do PAR

pode ainda fortalecer uma consciência crítica sobre a problemática ambiental, bem como o incentivo à conservação ambiental. Sendo assim, esta presente pesquisa teve como principal objetivo estimar a qualidade ambiental do rio Macacu, importante recurso hídrico da cidade de Cachoeiras de Macacu -RJ, por meio da aplicação de um PAR (Protocolo de Avaliação Rápida de Rios). O desenvolvimento do PAR teve como base as características da alteração do rio como presença ou não das matas ciliares, presença de erosão, assoreamento do rio.

A partir da caracterização e identificação dos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas que acometem o trecho do Rio Macacu no município de Cachoeiras Macacu é possível a produção de diagnóstico ambiental. Além disso, esta pesquisa propõe a produção de material educativo, voltado principalmente para alunos e docentes do ensino fundamental 2, com a finalidade de apresentar um guia com a adequação do PAR, contribuindo para a conscientização da sociedade sobre a importância da conservação dos recursos hídricos proporcionando a percepção ambiental.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Avaliar o grau de alteração do rio Macacu no trecho compreendido na cidade de Cachoeiras de Macacu através da aplicação do Protocolo de Avaliação de Rios (PAR).

1.2 Objetivos Específicos

- a) Fazer uma revisão bibliográfica sobre o protocolo de Avaliação Rápida de rio e monitoramento participativo;
- b) Adequar o PAR para a aplicação no Rio Macacu e observar possíveis alterações;
- c) Fazer uma análise ambiental através da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de rios (PAR) para a caracterização da qualidade ambiental do Rio Macacu;
- d) Criar um guia educativo com a adequação do PAR para uso por crianças do ensino fundamental.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Educação ambiental e recursos hídricos educação ambiental

O final do século XVIII e início do século XIX foram marcados pela Revolução Industrial, um período considerado de grande desenvolvimento tecnológico que, com o tempo, se estendeu para outras partes do mundo levando à consolidação do capitalismo. O capitalismo fez com que a economia, em nível mundial, sofresse grandes transformações. A produção de mercadorias teve uma aceleração bastante considerável, visto que o novo modelo substituía a atuação do ser humano pela utilização da máquina. Entretanto, o resultado dessas transformações foi o estímulo à exploração dos recursos da natureza de forma excessiva, já que a capacidade de produção aumentou. Diversos impactos começaram a surgir, como poluição de recursos hídricos e do solo e as mudanças climáticas, entre eles (Cadei, aguiar e Oliveira, 2022).

Após a Revolução Industrial, e com a vivência de suas consequências, a preocupação com as questões ambientais começou a se intensificar. A primeira Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente Humano, foi realizada de 5 a 16 de junho de 1972, em Estocolmo. Essa conferência foi um marco inaugural da importância e da necessidade de um programa de Educação Ambiental (EA), com enfoque interdisciplinar envolvendo os diferentes níveis e modalidades de ensino formal e não-formal. Outras conferências internacionais contribuíram e realçaram a perspectiva estratégica da educação ambiental para a sustentabilidade, necessária à continuidade da vida no planeta (Sampaio, 2011).

A Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente Humano de 1972 fez com que o Brasil tivesse um avanço em relação às questões ambientais, desenvolvendo sua legislação interna, sendo consagradas inicialmente na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, em seu artigo 225 (Brasil, 1988), e na Lei 9.795, de 27 de abril de 1999 (Brasil, 1999) que dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 1988, Soares, 2003). Em 1992 houve a Rio92 a Conferência da Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Sobre isso, Sampaio (2011) explica:

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, tendo se reunido no Rio de Janeiro, de 3 a 14 de junho de 1992, reafirmando a declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, adotada em Estocolmo em 16 de junho

de 1972, e buscando avançar a partir dela, com o objetivo de estabelecer uma nova e justa parceria global mediante a criação de novos níveis de cooperação entre os Estados, os setores chave da sociedade e os indivíduos, trabalhando com vistas à conclusão de acordos internacionais que respeitem os interesses de todos e protejam a integridade do sistema global de meio ambiente e desenvolvimento, reconhecendo a natureza integral e interdependente da terra, nosso lar (Sampaio, 2011, p. 19).

Nessa conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, ocorreu um grande progresso com a adoção da Agenda 21, e aprovou-se a convenção sobre a diversidade biológica e Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, observando, assim, a dimensão econômica e social dos impactos ambientais (Garcia, 2011).

Em março de 1997 cerca de 80 países se reuniram no Rio de Janeiro para avaliar o cumprimento dos acordos elaborados na Rio 92. Esse fórum internacional foi chamado de Rio+5, ou seja, 5 anos após a realização da Conferência do Rio. E posteriormente foi realizada em Johannesburg a conferência conhecida como Rio+10, tendo como enfoque avaliar o progresso tido na década que já havia transcorrido desde a ECO92, e a criação de mecanismos que implementassem a Agenda 21 (Garcia, 2011).

A Rio+20 é a conferência mais recente das conferências internacionais e foi uma das maiores conferências convocadas pelas Nações Unidas, onde se iniciou novas mudanças para implementar o desenvolvimento sustentável. A Conferência foi uma rara oportunidade para o mundo concentrar-se nas questões referentes à sustentabilidade, para examinar ideias e criar soluções (Garcia, 2011).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas organizou, em sua sede em Nova Iorque, a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, discussão na qual os Estados-membros e a sociedade civil negociaram suas contribuições. Foram definidos os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que substituem os Objetivos do Milênio (ODM), encerrado no ano de 2015 (ONU, 2017).

Portanto, a importância da preservação dos recursos naturais passou a ser uma preocupação mundial constante. No entanto, apesar das conferências e legislações criadas, e de toda a discussão sobre a necessidade de implementação de uma educação ambiental, através dos meios de comunicação vê-se, diariamente, ações que provocam efeitos negativos ao ambiente, como a contaminação do lençol freático, a escassez de água, a diminuição das florestas, as profundas alterações do clima no planeta, entre outras consequências graves (Sirvinskas, 2003). Há, portanto, muito trabalho a se realizado para a conservação do meio ambiente.

Educação Ambiental voltada para recursos hídricos

A ONU publicou um documento de abrangência mundial, em 22 de março de 1993, intitulado “Declaração Universal dos Direitos da Água” com objetivo de gerar debate e reflexões sobre a escassez de água em vários lugares do planeta (ONU,1993). Seguem três princípios dos dez relatados: “(a) A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos. (b) A água é a seiva de nosso planeta. Ela é a condição essencial de vida de todo vegetal e animal. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura. (c) Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados.

Em resumo a Declaração Universal dos Direitos da Água foi uma provocação para levar a instituir uma mentalidade sustentável, que é fundamental nos dias de hoje, que vai de encontro a um desenvolvimento que considere o meio ambiente como parte fundamental de todo o processo.

Apesar da abundância de água existente no planeta, milhões de pessoas não têm acesso à água potável e/ou a serviços de saneamento básico. A irregularidade da distribuição do recurso hídrico aparece como um dos principais fatores para essa discrepante realidade. Assim, na construção das Metas de Desenvolvimento do Milênio, a ONU reconheceu a água e o saneamento como direitos humanos (ONU, 2015). O objetivo foi assegurar o direito humano aos recursos naturais como patrimônio comum, identificando que todas as pessoas possuem os mesmos direitos.

A Lei n. 9.433/97 (Brasil,1997), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, consignou, por meio da noção de gestão integrada, o plano de recursos hídricos, nos âmbitos nacional e estadual. Trata-se de uma gestão pública colegiada para um conjunto de microbacias, no qual prevalecem os interesses da coletividade sobre o particular, pelos Comitês de Bacias Hidrográficas (Machado,2003).

A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) n. 98, de 2009, estabeleceu os princípios, fundamentos e diretrizes para a educação, o desenvolvimento de capacidades, a mobilização social e a informação para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Esse documento apresentou ainda os pilares e pressupostos, orientados pela reflexão de valores, hábitos e atitudes, mediados pela relação entre os entes do SINGREH e a sociedade.

Contribuiu, dessa forma, para o fortalecimento da participação e do controle social na gestão democrática da água (Brasil, 2009).

O processo de gerenciamento ambiental, de maneira geral, deve ser orientado pela participação coletiva. A água não pode ser vista somente como um recurso estratégico e de mercado para a produção capitalista, incentivando o setor privado em detrimento do serviço público e comunitário. Segundo Wolkmer (2012), existe a necessidade de estabelecer um controle social efetivo sobre a água e a biodiversidade. Nesse aspecto, alguns instrumentos de caráter normativo podem ser apresentados para a consolidação desse processo e a educação ambiental integrada com o PAR como ferramenta assume um papel importante.

Nessa esfera, devem ser permeados os programas de educação ambiental para fortalecer a consciência dos integrantes, visando à integração de esforços no sentido de proteger os recursos hídricos. Por muito tempo, acreditava-se que promover a sensibilização ambiental nas pessoas, restabelecer a ligação homem-natureza e estimular a sua proteção seriam suficientes para tomadas de decisões efetivas sobre os problemas ambientais (Saito,2012).

A degradação do meio ambiente e o uso exacerbado da água têm evidenciado o esgotamento dos recursos naturais e assim o modo insustentável. É nesse contexto que a Educação Ambiental dialoga com a gestão dos recursos hídricos, sendo mediada com ações que potencializam o senso crítico do ser humano enquanto indivíduo que pode influenciar o coletivo (Saito,2012).

A participação Social na Gestão e Preservação dos Recursos Hídricos

A PNRH se baseia em seis fundamentos: “(i) a água é um bem de domínio público; (ii) ela é um recurso natural limitado, que tem valor econômico; (iii) em caso de escassez, o consumo humano e a dessedentação dos animais são prioridades; (iv) em situações normais, a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas; (v) a bacia hidrográfica é sua unidade territorial; e (vi) a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e ter a participação do poder público, dos usuários e das comunidades (Brasil,1997).

A tomada de consciência, por parte da sociedade, no que diz respeito ao seu papel frente ao planejamento e gestão dos recursos hídricos passa a ser fundamental, visto que o futuro desses cursos d’água depende da postura cidadã dos dias de hoje, o que se dá mediante a participação e percepção (Ribeiro,2015).

Ao continuar tratando a água de forma compartimentada dividindo a gestão dos recursos hídricos entre os setores de energia, abastecimento e produção de alimentos em diversos ministérios e secretarias nacionais, estaduais e municipais, que não se conversam e sem agências reguladoras independentes que garantam a participação efetiva dos cidadãos, transparência e governança, ficará cada vez mais difícil buscar soluções (Ribeiro,2015).

As decisões tomadas em grupo, em função da divergência de interesses, exigem um maior empenho do que aquelas resolvidas por uma única pessoa. E se tornam ainda mais complexas quando se referem à gestão de recursos hídricos, em função dos diversos usos.

Observa-se que, para ocorrer a gestão efetiva dos recursos hídricos, da bacia hidrográfica, é necessário haver um maior envolvimento e esforço conjunto dos Gestores Públicos, da Academia e da Sociedade. Conforme Lima *et al.*, (2014), os governos devem articular com a sociedade e a pedagogia cidadã, para promover a participação social. A participação social é necessária porque contribui para a resolução de problemas mais amplos, socioambientais, que reúnem ao mesmo tempo diversas áreas do conhecimento e só podem ser tratadas de modo adequado quando são trabalhadas em conjunto. Logo, além de novas pessoas, incluímos nesse debate outras formas de conhecimento A participação social é possível com a população empoderada, mobilizada pela importância da água e dos demais componentes do saneamento (Picolli *et al.*, 2016). Assim, a Educação Ambiental é um mecanismo propulsor pelo qual se dá esse processo, com fortalecimento da mobilização e a participação com vistas ao controle social sobre os recursos hídricos. Dessa forma, desenvolve-se uma população organizada, informada e atuante na exigência do cumprimento de seus direitos, com potencial crítico para observar e cumprir seus deveres de não degradar e não desperdiçar a água, promovendo a sustentabilidade (Picolli *et al.*, 2016).

É necessário criar ferramentas que envolvam a sociedade na temática da gestão dos recursos hídricos e é neste contexto que os PARs se têm mostrado uma ferramenta importante de monitoramento ambiental, pois sem o devido monitoramento torna-se impraticável uma gestão efetiva dos Recursos Hídricos.

A aplicação do PAR, integrado a um programa de Educação Ambiental, propicia uma vivência prática e, portanto, mais consciente da população que vive na bacia hidrográfica investigada e podem contribuir para a vivência prática da Educação Ambiental e estímulo da consciência crítica das comunidades (Rodrigues, 2008).

2.2 Avaliação Ambiental Participativa (monitoramento Participativo de recursos hídricos)

Uma das formas de viabilizar a gestão participativa dos recursos hídricos é através da participação social. Para Cordeiro e Freitas (2007), a participação social é uma forma de unir pessoas com interesses em comum para alcançar os mesmos objetivos, pois, “na medida em que todos trabalham pela mesma causa, fica mais fácil realizar o que pretendemos e quando se trata de mobilizar tem que haver um envolvimento ou participação efetiva da comunidade envolvida.” (p.12). Para os autores, os principais objetivos da participação social é a integração cidadã no contexto ambiental, que envolve a educação ambiental e a própria gestão dos recursos hídricos.

A participação da sociedade deve ser garantida através de mecanismos que possam valorizar as histórias particulares de cada localidade e as diversas contribuições das populações envolvidas, incorporando-as, por exemplo, aos planos diretores e ao enquadramento dos cursos d’água (Machado,2003), podendo esta sociedade também contribuir para o levantamento de informações e dados sobre a qualidade ambiental dos cursos d’água.

A metodologia de monitoramento participativo da qualidade das águas, fundamentada no conceito que a gestão da água deve ser baseada no princípio participativo, envolvendo os usuários, o poder público e os responsáveis pelas decisões em todos os níveis (*apud* Malheiros; Prota; Pérez, 2013), é uma importante ferramenta que integra o diálogo entre estes agentes sociais no que tange à implantação de política públicas que impactam na gestão hídrica, e que, em contrapartida, é vista como uma forma de instrumentalizar e empoderar os cidadãos para que eles monitorem e proponham os aprimoramentos das políticas públicas, enquadradas à sua realidade socioambiental, que impactam na gestão da água (SOS Mata Atlântica, 2019).

O método de monitoramento participativo tem sido desenvolvido com o intuito de integrar a comunidade em ações de acompanhamento, vigilância e fiscalização em diversos países do mundo através de projetos que possibilitem o conhecimento, a compreensão e a participação ativa dos cidadãos comuns na gestão local dos recursos ambientais (Overdevst *et al.*, 2004).

Em um monitoramento participativo existem opções para decidir e definir quais parâmetros de qualidade da água devem ser medidos e fatores como custo, disponibilidade,

simplicidade e precisão devem ser considerados. Um equívoco comum é enxergar o monitoramento participativo apenas como um uso de tecnologia de kits de teste de água por grupos voluntários de uma comunidade. Pelo contrário, os cidadãos devem ser treinados nos princípios de gestão de bacias hidrográficas e no uso de equipamentos de monitoramento de uma forma que seja acessível às suas formações e interesses locais (Silva, 2017).

Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) dá suporte para diversos movimentos voluntários de monitoramento. As agências estaduais de meio ambiente americanas têm financiado, desde 1978, projetos de monitoramento comunitário da água. Estima-se que em 2004, cerca de 5.000 voluntários monitoravam a qualidade da água em mais de 1.800 pontos nos Estados Unidos (Overdevst *et al.*, 2004).

Também nos Estados Unidos, em 1992, surgiu na Universidade de Auburn, estado do Alabama, o projeto denominado Alabama Water Watch (AWW). Trata-se de um programa de monitoramento cidadão voluntário, sobre a qualidade da água que cobre todas as principais bacias hidrográficas do Estado. A missão da AWW é melhorar tanto a qualidade quanto a política da água por meio do monitoramento e da ação cidadã (Figueirêdo *et al.*, 2008).

Como exemplo de sucesso de avaliação ambiental participativa, no Brasil, podemos citar Campos (2021) que realizou um estudo pautado na aplicação do PAR por alunos do 9º ano de uma escola pública pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Palmital, região metropolitana de Curitiba (PR).

Faria e Fernandez (2019) realizaram a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de *Habitats* em córregos urbanos e rurais de bacias hidrográficas em Marechal Cândido Rondon (PR). O estudo evidenciou baixos índices de qualidade dos *habitats* nos trechos das áreas urbanas e uma crescente melhora dos índices, conforme os cursos d'água se distanciam da área urbanizada em direção ao setor rural.

Machado (2019) utilizou um PAR adaptado como recurso didático de educação ambiental para alunos do ensino médio. Esse estudo foi desenvolvido no município de Pires do Rio, localizado na Microrregião do Sudeste Goiano. Um outro importante trabalho, foi desenvolvido por França (2014) com o objetivo de capacitar a comunidade escolar de professores e estudantes de 20 escolas a utilizar técnicas de avaliação ambiental através de uma abordagem contemplando a identificação de macroinvertebrados bentônicos, organismos considerados bioindicadores de qualidade de água na região metropolitana de Belo Horizonte, bacia do rio das Velhas (MG). Este trabalho concluiu que a apropriação do conhecimento, através do envolvimento de atores na avaliação participativa de qualidade ambiental, é uma

forma de identificar problemas e buscar soluções para a melhoria da gestão dos cursos d'água urbanos.

Em síntese esses são alguns exemplos, mas percebe-se que os projetos de monitoramento da qualidade da água implementados em comunidades, possibilitam o conhecimento, compreensão e participação ativa de cidadãos comuns na gestão local dos recursos ambientais.

2.3 Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs)

Histórico

Até a década de 1970, o monitoramento ambiental que era realizado nos Estados Unidos seguia os métodos das análises quantitativas. Já em meados de 1980, ocorreu uma percepção pelos órgãos ambientais da necessidade de se estabelecer métodos de avaliação qualitativos, e isso foi devido ao valor alto de custo e também a demora das pesquisas quantitativas. Em 1986, a EPA deu início aos estudos em relação a qualidade das águas em conjunto com as agências de monitoramento de águas superficiais (Resh & Jackson, 1993).

Esse estudo resultou no relatório "*Surface Water Monitoring: A Framework for Change*" (EPA, 1987) que reestruturou os programas de monitoramento praticados, e ainda recomendou que fosse dada uma atenção especial à toxicologia, aos impactos de fontes não pontuais, e ao registro dos resultados ambientais. Além disso, neste relatório também foi recomendado que o desenvolvimento e a aplicação de técnicas de monitoramento biológico era de forma promissora e foi sugerido a elaboração de um guia de avaliação do meio físico que pudesse ser de baixo custo e capaz de identificar os problemas existentes. E assim, foi nesse período, diante dos estudos realizados para a elaboração desse relatório, surgiu a idéia dos protocolos de avaliação rápida (Silveira, 2004).

Em 1989, foi publicado um documento escrito por Plafkin et al. (1989) que estabeleceu os primeiros protocolos, o "Rapid Bioassessment Protocols" (RBPs). A criação deste documento foi baseada nos documentos "Stream Classification Guidelines for Wisconsin" (Ball, 1982) e "Methods of Evaluation Stream, Riparian and Biotic Conditions" (Platts et al., 1983). Esses protocolos foram adequados para fornecer dados básicos sobre a vida aquática, para fins de qualidade da água e gerenciamento de recursos hídricos em resposta às recomendações do relatório da EPA (1987).

Desde então, se tem visto diversas discussões em relação a importância do uso de critérios integrados na avaliação da qualidade dos recursos hídricos e da utilização de métodos que englobam estes critérios. Na Austrália, por exemplo, o governo desenvolveu um programa de avaliação da “saúde” dos sistemas fluviais do país chamado *Australian River Assessment System* (AusRivAS), que realiza o monitoramento dos ecossistemas através dos protocolos (Parsons *et al.*, 2002).

No Brasil, a técnica ainda é restrita a projetos desenvolvidos principalmente em cursos de pós-graduação de universidades. Como exemplos podem ser citados os trabalhos de Callisto *et al.* (2002), Ferreira (2003), Upgren (2004) e Minatti-Ferreira & Beaumord (2006).

Pode-se ainda citar vários estudos que têm utilizado os PARs como instrumentos de avaliação da estrutura física e do funcionamento dos ecossistemas fluviais, como pode ser observado nos trabalhos de Xavier e Teixeira (2007), Dillenburg (2007), Rodrigues *et al.* (2008), Bergmann e Pedrozo (2008), Pimenta *et al.* (2009), Padovesi-Fonseca *et al.* (2010), Krupek (2010), Firmino *et al.* (2011), Lobo *et al.* (2011), Vargas e Ferreira Júnior (2012), dentre outros.

Características do PAR

Os PARs são utilizados para caracterizar um rio qualitativamente, ou seja, para estabelecer uma pontuação para o estado em que o ambiente se encontra. É estabelecido, a princípio, um limite considerado normal baseado em valores obtidos de locais minimamente perturbados. Estes locais são tomados como “referência” (Plafkin *et al.*, 1989) partindo da premissa de que os cursos d’água pouco afetados pela ação humana exibem condições biológicas mais favoráveis (Minatti-Ferreira & Beaumord, 2004). O gradiente de estresse ambiental é definido a partir da observação destes locais “referência” e de locais com vários graus de alterações, desde os pouco alterados até os muito degradados.

Segundo Resh & Jackson (1993), esses protocolos são análogos aos termômetros utilizados na avaliação da saúde humana, onde valores obtidos são comparados com o que se considera “normal”. As pontuações atribuídas a cada um dos parâmetros avaliados indicam o estado de “saúde” do sistema. Notas maiores refletem um bom estado de conservação, enquanto notas menores indicam que existe um estado de degradação severa. Para exemplificar o uso desta pontuação destaca-se o estudo desenvolvido por Minatti-Ferreira & Beaumord (2006) em dois tributários do rio Itajaí-Mirim no município de Brusque - SC. Neste estudo, para cada um dos parâmetros analisados foram atribuídos valores correspondentes à situação verificada no local da avaliação, variando de uma situação “ótima” (somatório da

pontuação entre 16 e 20), até uma situação “ruim” (somatório menor que 5), passando por situações intermediárias “boa” (11 – 15) e “razoável” (6 – 10). Após a análise das respostas obtidas em 5 pontos de cada um destes tributários foi possível verificar que um dos rios, o apresentava uma situação “boa” e o outro, o rio Limeira, uma situação “ruim”. De acordo com os autores, o padrão de respostas dos avaliadores poucas vezes apresentou distorções entre os resultados obtidos na avaliação dos locais indicando que o protocolo utilizado apresentou a confiabilidade necessária para aplicações dessa natureza.

Ao contrário dos métodos de monitoramento da qualidade da água tradicionais, nos quais os valores dos parâmetros físico-químicos são obtidos através de equipamentos e/ou análises químicas, não existe um aparelho que forneça uma pontuação para parâmetros avaliados nos PARs. Baseado apenas na observação do meio, o resultado do PAR depende, sobretudo, dos conhecimentos que o avaliador possui e da sua capacidade de perceber os fenômenos e as alterações do local sob avaliação. Contudo, esta subjetividade pode ser amenizada com o treinamento do avaliador, com a realização de cursos de capacitação ou com o acompanhamento parcial e de suporte de avaliadores mais experientes. Por exemplo, de acordo com Minatti-Ferreira & Beaumord (2006), o PAR utilizado para avaliar a integridade ambiental dos 2 tributários do rio Itajaí-Mirim, quando aplicado por pessoas mais experientes, possibilitou a obtenção de resultados com menor variação no padrão de respostas, corroborando esta observação.

Tipos de Protocolo

Os protocolos de avaliação rápida dividem-se em dois tipos, podendo-se ter diversas subdivisões, dependendo do objetivo da avaliação:

- a) Avaliação das características físicas.
- b) Avaliação da comunidade aquática.

O documento de Barbour *et al.*, (1999), por exemplo, apresenta protocolos para 3 conjuntos aquáticos (comunidade perifítica, macroinvertebrados bentônicos e peixes) e avaliação de parâmetros físicos do habitat.

Marques *et al.* (2009), baseados nas recomendações do Rapid Trash Assessment Protocol – RTAP, apresenta a concepção dos sistemas de monitoramento para resíduos sólidos em cursos d’água. O autor considera que a avaliação rápida dos resíduos sólidos é útil para monitoramento ambiental, avaliação de ações de gestão, determinação de taxas de acúmulo de resíduos sólidos e comparação de locais com e sem acesso público. Tanto antes como depois de sua concepção, os projetos de monitoramento devem apoiar a avaliação da

efetividade das práticas de gestão, abrangendo desde campanhas públicas a controles estruturais, ou documentando os efeitos do acesso público na quantidade de lixo em cursos d'água.

Dalla Costa e Pompeo (2008) e Pereira *et al.* (2009) em seus estudos sobre revitalização de cursos d'água em áreas urbanas, que tiveram como objetivo quantificar e qualificar a degradação, desenvolveram indicadores e parâmetros de degradação dos cursos d'água, avaliados pelo Quadro de Avaliação da Condição dos Rios Urbanos e pontuados conforme a intensidade do impacto. O quadro é baseado em 5 indicadores e 17 parâmetros (Quadro 1), uma coluna é preenchida com as características qualitativas do trecho, ou seja, breve descrição elaborada pelo pesquisador sobre cada parâmetro. Na segunda coluna são atribuídos pelo pesquisador os valores dos parâmetros que variam conforme a intensidade do impacto de 0 a 5.

Quadro 1 – Indicadores e parâmetros de degradação (Continua)

Indicadores	Parâmetros
1 Mata Ciliar: visa retratar o estado e a formação vegetal presente nas margens dos cursos d'água	Corte ou remoção da vegetação: retrata a integridade da vegetação nas margens do curso d'água. Substituição parcial ou total da vegetação nativa por espécies exóticas: retrata a formação vegetal existente nas margens do curso d'água.
2 Erosão e assoreamento: visa retratar as condições do leito do curso d'água e seu entorno, quanto à presença de sedimentos e pontos de erosão.	Processos erosivos visíveis nas margens: mostra processos de erosão verificados visualmente que colocam em risco a estabilidade das margens do curso d'água. Presença de sedimento nas margens: representa a magnitude de sedimentos presentes nas margens e no entorno. Obstruções do leito por acúmulo de sedimentos: evidencia alterações causadas no leito do curso d'água devido ao acúmulo de sedimentos.
3 Modificação do curso d'água: visa retratar	Retificação da seção transversal: retrata

<p>as formas e intensidades das alterações realizadas nas secções e ao longo do curso d'água.</p>	<p>alterações na forma da secção do curso d'água, demonstrando a retificação nos diferentes sentidos do perfil transversal.</p> <p>Mudança de revestimento da seção transversal: retrata modificações realizadas através da observação da natureza dos materiais utilizados no recobrimento dos diferentes sentidos do perfil transversal.</p> <p>Canalização ou tamponamento do trecho: retrata a forma com que o curso d'água está sendo conduzido ao longo do trecho</p> <p>Corte de meandros: retrata alterações nas sinuosidades do curso d'água.</p> <p>Retirada da água sem modificação estrutural do curso d'água: retrata a forma com que a água é removida desse curso, sem causar modificação em sua estrutura, utilizando condutos coletores ou bombeamento.</p> <p>Retirada da água com modificação estrutural do curso d'água: retrata as alterações estruturais desse curso, como desvios, realizadas para a retirada de água.</p> <p>Obstruções por pontes e travessias inadequadas: Retrata a intensidade com que estas obras obstruem o curso d'água.</p>
<p>4 Poluição: visa retratar a magnitude de poluentes liberados, por diferentes atividades, ao longo do curso d'água.</p>	<p>Presença de resíduos sólidos depositados nas margens ou no leito menor do curso d'água: retrata a quantidade de resíduos, provenientes de atividades antrópicas, ao longo do curso d'água.</p> <p>Lançamento de efluentes, conexões de esgotos: retrata a intensidade de despejos de efluentes ao longo do curso d'água.</p>

	Lançamento de águas pluviais urbanas: retrata a intensidade com que ocorre o escoamento de águas pluviais no curso d'água.
5 Edificações: visa retratar a natureza e quantidade das diversas formas de construçõesno entorno do curso d'água.	<p>Presença de edificações residenciais, comerciais, industriais ou da administração pública: retrata a quantidade e natureza das edificações localizadas no entorno do curso d'água.</p> <p>Presença de áreas de esporte, lazer ou infraestrutura pública – quadras poliesportivas, praças urbanas, vias públicas marginais, terminais de transporte, estações elevatórias de esgotos, sistema de telecomunicações ou de distribuição de energia: Retrata a quantidade e natureza dessas estruturas localizadas no entorno do curso d'água.</p>

Fonte: Dalla Costa e Pompeo (2008); Pereira *et al.* (2009).

Callisto *et al.* (2002) propuseram o uso de um protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats, que é constituído por duas tabelas, onde a primeira busca avaliar as características de trechos do córrego e nível de impactos ambientais decorrentes de atividade antrópica baseada a partir do protocolo proposto pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio sendo representado por 10 (dez) parâmetros, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2 - Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (U.S. EPA, 1997) por Callisto *et al.* (2002) (Obs.: 4 pontos (situação natural), 2 e 0 pontos (situações de menor impacto ou alteradas).

Localização:			
Data de Coleta: __/__/____		Hora da coleta: _____	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta:			
Tipo de ambiente: () córrego () rio			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do curso d'água (principal atividade)	Vegetação Natural	Campo de pastagens/agricultura /monocultura/ reflorestamento	Residencial/ comercial/ industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio assoreamento em seu leito	Ausente	moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	total	Ausente
5. Odor na água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	moderada	abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/ industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

Fonte: Callisto *et al.*, 2002.

Já busca avaliar as condições de habitats e níveis de conservação das condições naturais, e a mesma foi adaptada do protocolo utilizado por Hannaford *et al.*, (1997), representado por 12 (doze) parâmetros, conforme quadro 3:

Quadro 3 - Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford *et al.*, (1997) por Callisto *et al.* (2002) (Continua).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados: pedaços de troncos submersos; cascalhos ou outros habitats estáveis	30 a 50% de habitats diversificados: habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos	10 a 30% de Habitats diversificados: Disponibilidade de habitats insuficiente; Substratos frequentemente modificados	Menos de 10% de habitats diversificados: ausência de habitats óbvios: substrato Rochoso instável para fixação dos organismos
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidos: rápidos tão largos quanto o rio e com comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes: rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distâncias entre remansos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distâncias entre remansos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos, pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio > 25.

Quadro 3 - Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford *et al.*, (1997) por Callisto *et al.* (2002) (Continuação)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (principalmente em nascentes de rios)	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama (silte e argila).	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos. Provavelmente a correnteza arrasta todo material fino.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado, suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 e 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, margens assoreadas; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à deposição de sedimentos.

Quadro 3 - Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford *et al.*, (1997) por Callisto *et al.* (2002) (Continuação)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal	Alguma canalização presente, normalmente Próximo à Construção de pontes; evidência de modificação há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas Duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens cimentadas; Acima de 80% do rio modificado.
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima Quantidade substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos rápidos exposto.	Lâmina d'água Escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas, mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente, mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio, trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das Plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da Vegetação ripária nativa; desflorestamento muito Acentuado

Quadro 3 - Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford *et al.*, (1997). (Conclusão)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão freqüentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão, Freqüentes Áreas Descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc)	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18m; mínima influência antrópica.	Largura da Vegetação ripária entre 6 e 12m; influência Antrópica intensa.	Largura da Vegetação ripária menor que 6m; Vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas,	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, Perifiton abundantes e biofilme.	Ausência de Vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p. ex. aguapé).

Legenda: Obs.: 5 pontos (situação natural), 3, 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas)

Fonte: Callisto *et al.* (2002)

No quadro 2, cada parâmetro possui 3 critérios para atribuição da pontuação, podendo esta ser 4, 2 ou 0 pontos, dependendo das condições ambientais e atribuição do avaliador. No quadro 3 tem-se 4 critérios para cada parâmetro, podendo a pontuação ser 5, 3, 2 ou 0.

Segundo Vargas e Ferreira (2012) o quadro 2, adaptada do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA), “avalia as características de trechos da drenagem e nível de impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas, dando maior ênfase à qualidade da água e do substrato, e atribuindo menor peso à erosão e à cobertura vegetal das margens” (2012, p.162- 163).

E o quadro 3, adaptada do protocolo de Hannaford *et al.* (1997), “avalia a complexidade do habitat e o seu nível de conservação, atribuindo maior importância às características do fluxo d’água e ao tipo de substrato para o estabelecimento de comunidades aquáticas, e menor pontuação à estabilidade das margens e à presença da mata ciliar e plantas aquáticas.” (Vargas; Ferreira, 2012, p.163).

A pontuação total de 0 a 40 representa áreas consideradas “impactadas”, de 41 a 60 áreas “alteradas” e de 61 a 100 áreas “naturais”.

Lobo *et al.* (2011) aplicaram o protocolo proposto por Callisto *et al.* (2002) na bacia hidrográfica do rio Pardo (RS), adaptando-o às condições ambientais locais. Com base na análise do desvio padrão observado para cada parâmetro reformulou-se o protocolo original, modificando, incluindo ou retirando questões que não se aplicavam à situação local. Desta forma, dos 22 tópicos do protocolo original, 8 foram mantidos na íntegra, sendo os demais reformulados visando atender as características dos cursos d’água da região.

O protocolo proposto por Lobo *et al.* (2011) é representado por 12 parâmetros: 1. Tipo de ocupação das margens do curso d’água (principal atividade); 2. Impactos antrópicos na margem; 3. Impactos antrópicos no leito; 4. Odor da água e/ou do sedimento; 5. Oleosidade da água e/ou do sedimento; 6. Presença de plantas aquáticas; 7. Tipo de fundo; 8. Diversidade de habitats; 9. Deposição da lama; 10. Alterações no canal do rio; 11. Presença de mata ciliar; 12. Estabilidade das margens.

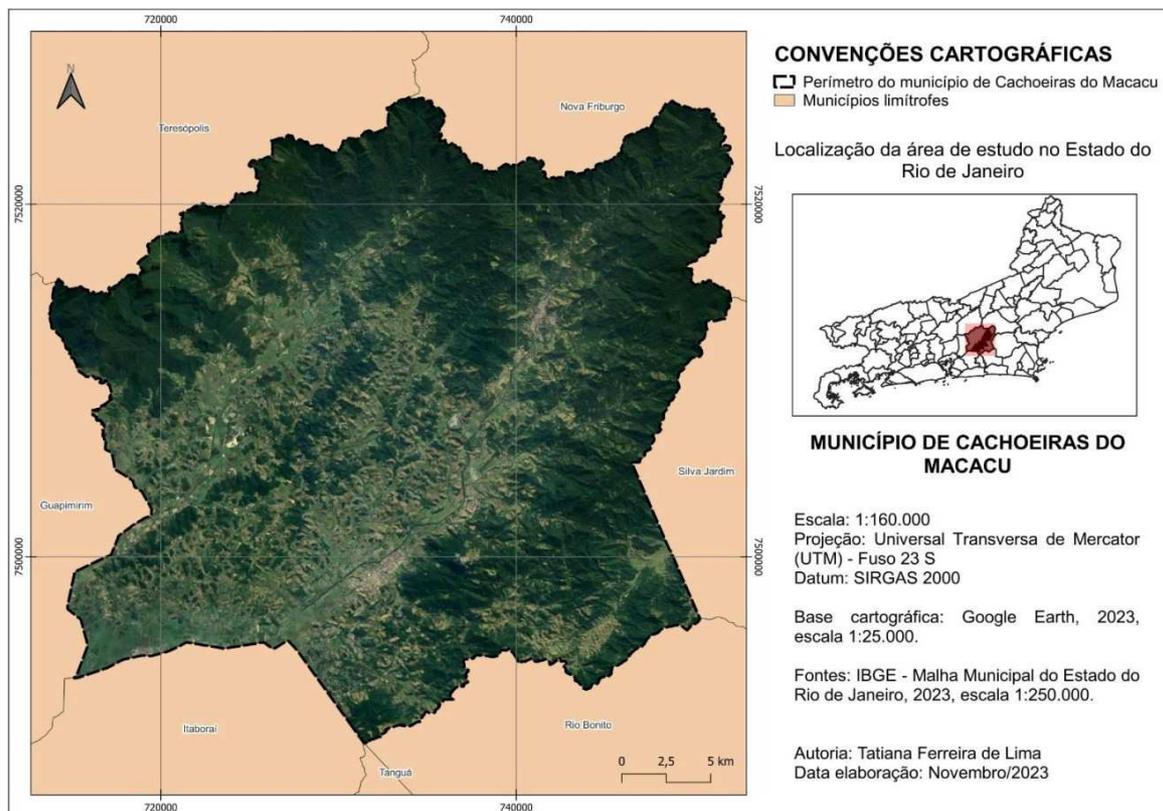
Para Buss *et al.* (2003) no geral não existe consenso entre os especialistas sobre o melhor modelo a ser aplicado. Cada modelo apresenta vantagens intrínsecas. A escolha de um ou outro método deve depender do propósito da avaliação, a necessidade de documentar conclusões com dados precisos e dos recursos disponíveis.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 Caracterização do Município de Cachoeiras de Macacu

O município de Cachoeiras de Macacu, fica localizado no estado do Rio de Janeiro, com área territorial de 952 Km² e limites com os municípios de Itaboraí, Nova Friburgo, Rio Bonito, Guapimirim, Silva Jardim e Teresópolis, como mostra a Figura 1

Figura 1 - Mapa indicando o município de Cachoeira de Macacu e os municípios limítrofes



Antes de 2015, Cachoeiras de Macacu era dividido nos distritos de Cachoeiras (sede), Japuiba e Subaio. Mas, a partir de então, a Lei Complementar 0039/2015 transformou o município em distrito único, denominado distrito sede (Brasil,2015). Conforme dados do IBGE (2017), o município de Cachoeiras de Macacu tem aproximadamente 56.943 habitantes e localiza-se na região de baixadas litorâneas do Rio de Janeiro, a menos de 100 Km da capital do estado. (Cachoeiras de Macacu, 2010).

Historicamente, Cachoeiras de Macacu se desenvolveu através da agricultura, mas atualmente sua economia está mais diversificada, possuindo outros setores econômicos, como o setor de serviços e o setor industrial, apesar do município ainda possuir um caráter rural. O município também possui grande variedade de relevos e se caracteriza por um imenso patrimônio ambiental (matas, rios, fontes de água), predominando morros e áreas que apresentam terrenos bastante acidentados e uma grande extensão geográfica de áreas preservadas de Mata Atlântica (Cachoeiras de Macacu, 2010). A região pertence ao bioma Mata Atlântica, apresentando quatro classes de vegetação: Floresta Tropical Úmida (Floresta Ombrófila Densa), Brejos e Campos Inundáveis (Formações Pioneiras) e Campos de Altitude (Costa, 1999). Possui a maior cobertura verde do estado do Rio de Janeiro, constituída pelo Corredor Ecológico Sambê – Santa Fé – Barbosão, Parque Estadual dos Três Picos, Área de Proteção Ambiental (APA) Macacu, Reserva Ecológica de Guapiaçu, Estação Ecológica do Paraíso, Monumento Natural Municipal da Pedra do Colégio e outras unidades, contempladas no Plano Diretor (Cachoeiras de Macacu, 2010).

A área serrana de Cachoeiras de Macacu possui uma vasta área coberta por trechos de Mata Atlântica de caráter de sucessão primária e secundária onde uma parte se situa nos limites do Parque Estadual dos Três Picos, com densas matas e elevados índices de biodiversidade, levando especialistas a considerar a região como prioritária para a conservação. No entanto, por possuir uma grande área verde, tem uma exploração turística muito grande e, em época de verão principalmente, é muito visitada por pessoas de regiões de centros urbanos que buscam rios e cachoeiras para se banharem. Além disto, também é procurada para prática de esportes como alpinismo e trilhas de moto por possuir grande área montanhosa (Cachoeiras de Macacu, *Op. Cit.*).

Em relação aos atrativos turísticos, o município de Cachoeiras de Macacu possui uma grande variedade, sendo sua maior parte relacionada aos rios e à vegetação, ou seja, há predominância dos atrativos de caráter natural. Já do ponto de vista cultural e histórico, o município possui igrejas que remontam à época em que os Jesuítas estiveram presentes na região, nos séculos XVII e XVIII; também há vestígios da antiga rede ferroviária presente no município no século XIX e prédios públicos do início do século XX. No entanto, apesar da riqueza cultural histórica, os patrimônios naturais são os que mais atraem visitantes para Cachoeiras de Macacu.

Segundo informações divulgadas pela prefeitura municipal, a cidade possui mais de 80 cachoeiras na sua área, que variam de 3 a 80 metros de altura e grande parte delas são inacessíveis à visita de turistas e moradores devido a dificuldades de acesso ou por falta

de informação das mesmas. A presença dessas inúmeras cachoeiras decorre do relevo acidentado da área e à presença da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, que ocupa 90% da área do município (Cachoeiras de Macacu, 2010).

Em relação aos atrativos naturais no município de Cachoeiras de Macacu, se destacam as localidades de Boca do Mato, Valério, Boa Vista. Em Boca do Mato, encontra-se a cachoeira Sete Quedas, uma das mais frequentadas do município, que mede cerca de 60 metros de altura e possui grande beleza estética. Na mesma localidade, encontra-se a cachoeira da Furna da Onça, uma pequena queda d'água. Ambas as cachoeiras estão situadas dentro da área do Parque Estadual dos Três Picos (Cachoeiras de Macacu, *Op. Cit.*).

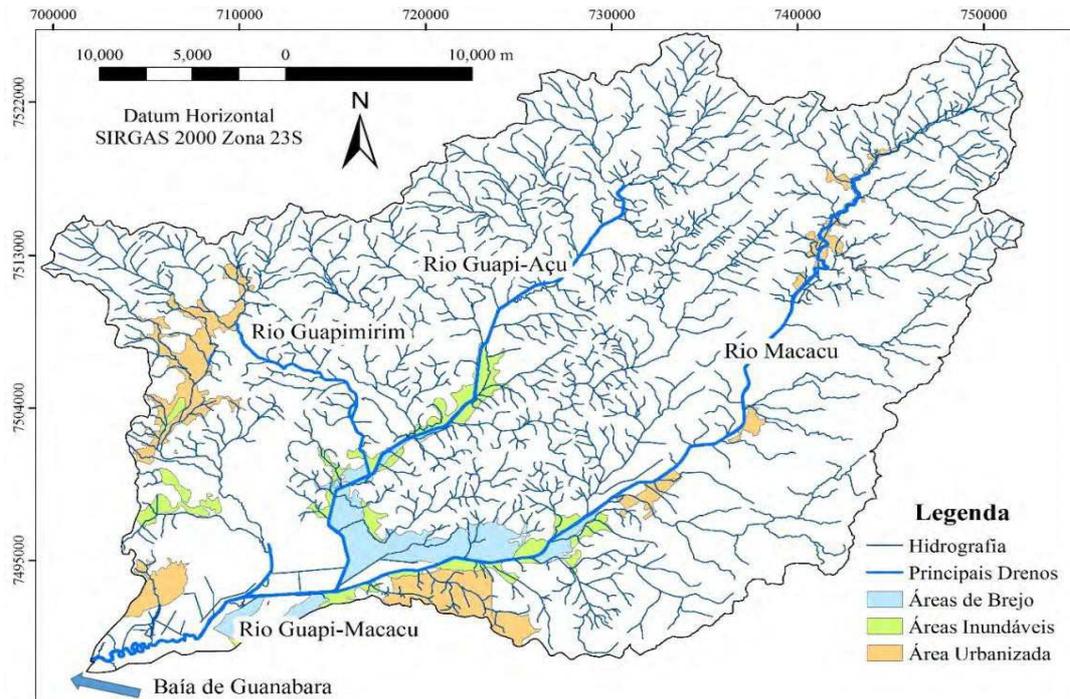
Sobre a hidrografia do município, o rio Macacu, é pertencente à bacia Guapi-Macacu da região hidrográfica V, Baía de Guanabara (SEMADS, 2001). Suas nascentes localizam-se no município de Cachoeiras de Macacu, na serra do Mar, dentro dos limites do Parque Estadual dos Três Picos, acima da localidade conhecida como Meio da Serra.

Atualmente, a cobertura da bacia é constituída, além das áreas com vegetação natural remanescente, por florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais, plantios florestais, pastagens, agricultura e olericultura intensiva (Cide, 2003).

3.2 Caracterização da bacia hidrográfica Guapi -Macacu

A baía de Guanabara, no estado do Rio de Janeiro, é dividida em 39 regiões hidrográficas, divisão que é composta por 12 bacias de grande relevância com contribuição direta para a baía. A bacia hidrográfica do Guapi-Macacu corresponde a aproximadamente 31% do total da área continental de contribuição e, junto à bacia hidrográfica do rio Caceribu-Macacu, representam cerca de 50% do total da área drenante à baía de Guanabara (Ecologus-Agrar, 2003; Projeto Macacu, 2010). A bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, localizada entre as coordenadas UTM 7.488.481 e 7.526.005 m de latitude sul e 699.292 e 752.193 m de longitude oeste, possui área de contribuição de 1.250,78 km², abrangendo o município de Cachoeiras de Macacu e partes de Itaboraí e de Guapimirim.

Figura 2 - Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu



Fonte: Andreia Franco de Oliveira, 2011.

A bacia do Guapi-Macacu é limitada, ao norte e noroeste, pela serra dos Órgãos e seus contrafortes; a nordeste, pela serra de Macaé de Cima; a leste, pela serra da Botija e de Monte Azul; e, ao Sul, pela serra do Sambe e dos Garcias. Seu perímetro é da ordem de 204,5 km e sua altitude máxima atinge cerca 2.000 m, na sub-bacia do rio Guapimirim.

A nascente principal do rio Macacu (Guapi-Macacu) está localizada a 1800 m de altitude na serra da Boa Vista, dentro dos limites do parque estadual dos Três Picos (PETP), no município de Cachoeira de Macacu, e desemboca na porção nordeste na baía da Guanabara, dentro da APA de Guapimirim, como rio Guapi-Macacu. Seus afluentes são os rios São Joaquim, Bela Vista, Bengala, Soarinho, das Pedras, Iconha e Guapimirim pela margem esquerda e pela margem direita os rios Cassiano e Guapi-Açu.

A denominação de rio Guapi-Macacu aconteceu a partir da construção do canal de Imunana, executado pelo extinto DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento) em 1947 (Costa, 1999), com o objetivo de drenar as áreas da baixada adjacente (frequentemente inundadas) a partir da confluência do rio Macacu com o rio Guapi-Açu. Após a construção do canal de Imunana, o curso natural do rio Macacu foi desviado, unindo-se ao Guapimirim, formando assim o rio Guapi-Macacu. Desta forma o rio Caceribu, que era afluente do rio Macacu, pela margem esquerda, foi direcionado à desembocadura que outrora

era do rio Macacu, ganhou desembocadura independente, e ocupa o antigo baixo leito e a foz do rio Macacu na baía da Guanabara.

Estas obras do DNOS, implementadas nas décadas de 40 e 60 do século XX, causaram muito impacto a flora e fauna da região, a partir do desaparecimento dos brejos, meandros e do comprometimento de uma extensa área de manguezal, ali existentes, da qual apenas uma pequena porção é atualmente protegida pela APA Guapimirim e Estação Ecológica da Guanabara, administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Segundo Costa (1999), nesta nova conformação, o rio Guapi-Macacu foi reduzido em cerca de três vezes seu percurso meândrico original, o que concorreu para aceleração dos processos erosivos nos rios e assoreamento dos mesmos e da baía de Guanabara.

Os cursos d'água abordados neste preente estudo variam de primeira à sexta ordem, segundo classificação de Strahler (1974), e são considerados, em sua maioria, riachos (1^a a 4^a ordem) e rios (5^a e 6^a ordem) de montanha.

O relevo da bacia é formado por planícies costeiras e modelado por acumulação fluvial, encontrados em áreas planas e de baixa altitude que se estendem desde o litoral até os vales dos rios Guapimirim, Guapi-Açu e Macacu. Em seguida, numa porção de transição entre planície e serra, encontramos colinas, maciços costeiros, com altitudes inferiores a 1000 m, e uma pequena área de tabuleiros costeiros, localizados na porção leste da bacia do Macacu. Nas áreas de relevo mais acidentado encontram-se as escarpas e reversos da Serra do Mar que são responsáveis pelo alto índice pluviométrico nas áreas próximas (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2005; Costa, 1999).

Os ecossistemas presentes na bacia são muito diversificados em função das características físicas da área em questão, sendo encontrados campo de altitude (áreas acima de 1800 m), mata atlântica, manguezais, brejos, rios e estuários.

O clima da região estudada foi classificado, segundo *Koppen*, como *Aw* (tropical úmido), com temperatura máxima de 35°, mínima de 13°, sendo a média superior a 18°C em todos os meses e duas estações bem marcadas, a estação chuvosa e a seca (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2005; Costa, 1999). A pluviosidade na região, de acordo com esses autores, atinge 2.300 mm anuais, com maior concentração entre os meses de janeiro e março e menor em julho e agosto.

Os principais núcleos urbanos que se encontram na bacia são as sedes municipais de Cachoeira de Macacu e Guapimirim, e as distritais de Guapi-Açu, Subaio, Japuiba, Papucaia e Sambaetiba, pertencentes a Cachoeiras de Macacu, e Parada Modelo, Caneca Fina e Vila das Pedrinhas localizadas em Guapimirim. A maioria das sedes distritais e outras localidades

existentes na bacia guardam características de ocupação rural (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2005).

Os rios que compõe a bacia hidrográfica foram muito modificados ao longo dos anos, por processos de drenagem e retificação das calhas, como também pela própria ocupação urbana, acentuada nas últimas décadas (Dantas *et al.*,2008). Tais intervenções foram diretamente responsáveis pelo desaparecimento de brejos, pântanos e grande parte dos manguezais. A transformação destas paisagens naturais pode acarretar diversas consequências prejudiciais ao ecossistema que envolve dinâmica das águas estuarinas, salinidade, sedimentação, entre outras.

O rio Guapi-Macacu é o de maior vazão da região hidrográfica da baía de Guanabara, sendo responsável pelo fornecimento de água potável para todos os municípios da região leste, exceto Rio Bonito (Instituto de Baía de Guanabara ,2000). As intervenções de engenharia, através da retificação e drenagem de áreas do médio e baixo curso do rio, marcam, de forma notável, a morfologia atual da drenagem. Ao longo do terreno colinoso, a drenagem é baixa com um padrão irregular dendrítico e vales entulhados de sedimentos de origem fluvial ou colúviais. De forma geral, o padrão de drenagem destes rios varia entre dendrítica a paralela, ou treliça a retangular e nos perfis transversais destes rios é evidenciada a ruptura contrastante entre os terrenos escarpados, relativos a Serra do Mar e a extensa área de relevo suavizado das colinas e planícies aluvionares e flúvio-marinhas (Ecologus-Agrar, 2003, Projeto Macacu, 2010), como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (Continua)

Parâmetros (unidades)	Valor
Área (km ²)	1250,78
Perímetro (km)	199,19
Extensão (km)	72,68
Índice de compacidade	1,577
Índice de forma	0,237
Declividade média (m/km)	14,859

Tempo de Concentração (min)	547
Coefficiente médio de escoamento	0,34

Fonte: Projeto Macacu, 2010.

No que tange à qualidade da água, a bacia do rio Guapi-Macacu apresenta uma água de melhor qualidade em relação às demais bacias da região oeste da baía de Guanabara (PDBG, 1997). Tal fato pode ser explicado pela menor densidade demográfica desta área em relação às demais bacias da região hidrográfica da baía de Guanabara aliada à existência de remanescentes florestais da mata atlântica preservada, sendo a maioria em Unidades de Conservação (Fundação SOS Mata Atlântica, 2002).

Em contrapartida, a falta de planejamento diante da expansão urbana e das atividades industriais propicia a deterioração da qualidade da água e redução da capacidade de armazenamento de água da bacia hidrográfica (Pedreira *et al.*, 2009). Não obstante, a conversão da cobertura vegetal original em uso alternativo com manejo inadequado e intensivo das terras por longos períodos, de acordo com o histórico de produção agrícola da região, agrava os processos erosivos e o assoreamento dos rios (Pedreira *et al.*, 2009).

A ocupação urbana sem planejamento, o uso intensivo do solo e a instalação de atividades industriais sem uma fiscalização atuante, são hoje, os principais fatores responsáveis pela destruição das matas ciliares e zonas ripárias dos rios, pois proporcionam a erosão, o carreamento de sedimentos, e conseqüentemente, a piora da qualidade da água e principalmente a diminuição da capacidade de armazenamento das bacias hidrográficas, levando à redução da vazão do lençol freático (Tucci, 2002).

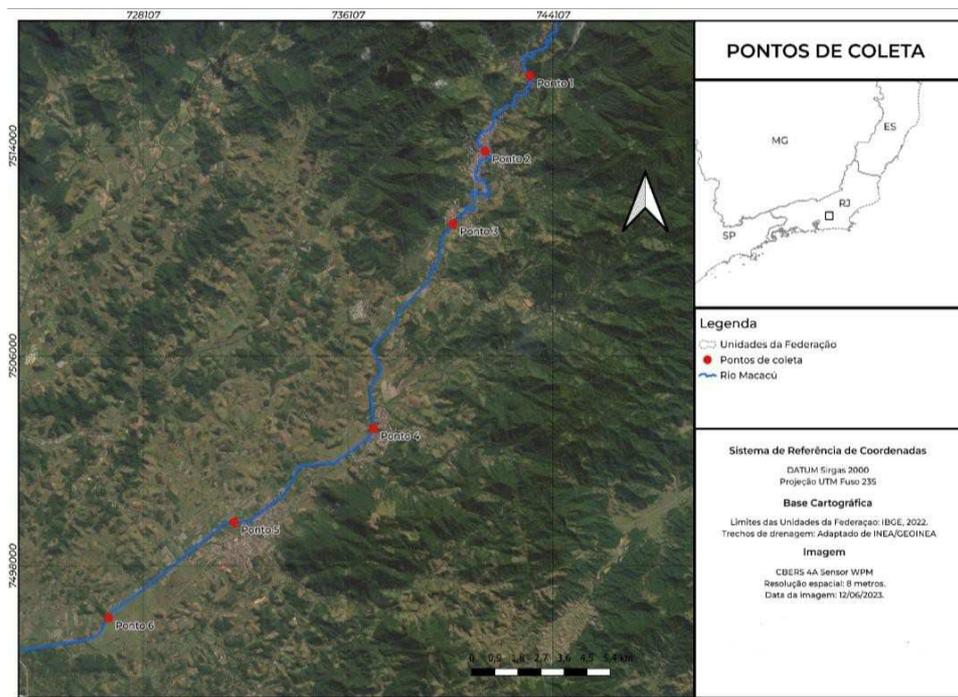
3.3 Aspectos socioambientais da área de estudo

A cidade de Cachoeiras de Macacu, principalmente no seu centro urbano, é cortada pelo rio Macacu. O referido município possui característica montanhosa, bem como diversas áreas de matas, por isso tem um grande potencial de rios e cachoeiras. A área serrana é recoberta por trechos de caráter primário e secundário, parte deles se situa nos limites do Parque Estadual dos Três Picos e em suas densas matas foram detectados proeminentes índices de biodiversidade, o que levam especialistas a considerar a região como de elevada prioridade para a conservação ambiental (Fundação SOS Mata Atlântica, 2002).

Mesmo diante de diversas áreas de preservação, o município de Cachoeiras de Macacu vem sofrendo grande ocupação desordenada devido à expansão urbana, acarretando na remoção de grande parte da cobertura vegetal original principalmente das matas ciliares, associada ao uso inadequado das terras e acentuando processos erosivos e assoreamento dos rios. A destruição das matas ciliares, a expansão urbana sem planejamento, a falta de tratamento de esgotos sanitários, a instalação de atividades industriais e atividades turísticas vem acarretando uma piora da qualidade da água e, principalmente, a diminuição da capacidade de armazenamento nessa bacia hidrográfica (Fundação SOS Mata Atlântica, 2002).

O trecho do rio Macacu a ser estudado fica entre a Serra de Cachoeiras de Macacu, onde nasce o rio Macacu, até a área mais rural do município, passando pelos bairros: centro de Cachoeiras, Japuiba, Papucaia, Marubai e meio da Serra do município de Cachoeiras de Macacu (Figura 4).

Figura 3 – Mapa de pontos de coleta do Rio Macacu do presente estudo



Fonte: O autor, 2023.

4 METODOLOGIA

A abordagem da presente pesquisa é qualitativa, sua natureza é de pesquisa aplicada, pois é apresentado um guia que tem como objetivo a produção de conhecimento para a aplicação prática e dirigida à solução de problemas que contenham objetivos anteriormente definidos.

Segundo Neves (1996), a pesquisa qualitativa assume diferentes significados no campo das ciências sociais. Compreende um conjunto de diferentes técnicas interpretativas (entrevista não estruturada, entrevista semiestruturada, observação participante, observação estruturada, grupo focal, etc.) que visam descrever e decodificar os componentes de um sistema complexo de significados.

Maria Cecília de Souza Minayo, uma pesquisadora e socióloga, ao abordar sobre a pesquisa qualitativa, explica que é uma modalidade de pesquisa que responde a questões que são bastante específicas. Para ela, a pesquisa qualitativa visa uma realidade que não pode ser somente quantificada, pois essa realidade possui um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes. Tudo isso corresponde a relações, processos e fenômenos que não podem ser reduzidos apenas a operações variáveis (Minayo, 2003).

Para realizar os objetivos propostos nessa pesquisa foi realizada pesquisa bibliográfica através de artigos científicos, dissertações fazendo buscas em sites como Scielo, periódicos, revistas científicas entre outros, utilizando palavras chaves como “educação ambiental”, “monitoramento participativo”, “recursos hídricos”, “protocolo de avaliação rápida de rios”, “rio Macacu”.

Sobre a área de estudo em questão foi realizado um levantamento bibliográfico sobre informações dos aspectos socioambientais, caracterização da bacia hidrográfica e caracterização ambiental do uso do solo, incluindo tipo de vegetação, relevo do trecho do município de Cachoeiras de Macacu. Todas estas informações foram obtidas através de consultas a periódicos CAPES, estendendo-se às páginas da internet, e a contatos com outros pesquisadores que desenvolviam projetos na mesma área de estudo.

Para a adaptação do PAR foram selecionadas como referências as seguintes pesquisas: Rodrigues et al. (2008), Callisto et al. (2002), Hannaford et al. (1997), EPA (1987). A adaptação foi necessária no que diz respeito ao levantamento de parâmetros de maior importância para a análise ambiental da área de estudo escolhida.

Dessa maneira, ressalta-se a importância da revisão de literatura, como colocado por Fachin (2010), já que ela é tida como a etapa mais importante no trajeto da pesquisa, que se dá por meio da leitura, separação, fichamento e compreensão para buscar as informações necessárias para a realização do trabalho.

Após feitos os procedimentos citados, foi elaborado um guia de campo. Esse guia de campo apresenta adequação do PAR, como uma forma de educação ambiental e de monitoramento participativo, visando a percepção ambiental, ciência cidadã e ainda possui o intuito de ser usado como material de apoio em sala de aula pelos professores. Cabe ressaltar que os trabalhos de alguns autores nos serviram de inspiração.

Quadro 4 - Bibliografias Inspiradoras para pesquisa

Autores	Bibliografia
CARVALHO, E. M (2010)	Estudo da utilização de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade complementar de ensino.
CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M (2002)	Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ).
BERGMANN M.; PEDROZO C. S.(2008)	Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental.
GUIMARÃES A, Rodrigues ASL, Malafaia G. (2012)	Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. Revista Ambiente & Água, v. 7, n.3, p. 241-260.
França J; et al.,(2010)	Atividades de educação ambiental com comunidades do entorno do RVS Mata do Junco, Capela, SE.

Fonte: O autor, 2023.

4.1 Aplicação do Protocolo de Avaliação rápida de Rios (PAR) na Bacia Hidrográfica Guapi- Macacu

Adequação do PAR

Utilizamos neste trabalho como base para a adaptação os protocolos de Hannaford et al. (1997), EPA (1987) e Rodrigues (2008). Foi necessária a adaptação no que diz respeito ao levantamento de parâmetros de maior importância para a análise ambiental dos cursos d'água da área de estudo, predominantemente inseridos em região de Mata Atlântica. Assim sendo, alguns parâmetros que estão presentes nas metodologias citadas, bem como suas respectivas

pontuações atribuídas pelos autores, não se encontram nesta avaliação sobre o rio Macacu por não se enquadrarem no âmbito do recorte espacial desta pesquisa. Dessa forma foram elencados os seguintes parâmetros de análise expostos no Tabela 2:

Tabela 2 – Parâmetros do PAR adaptados para o rio Macacu

Nº	Parâmetros
1	Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)
2	Impactos antrópicos na margem
3	Impactos antrópicos no leito
4	Odor da água e/ou do sedimento
5	Oleosidade da água e/ou do sedimento
6	Presença de plantas aquáticas
7	Tipo de fundo
8	Diversidade de habitats
9	Deposição da lama
10	Alterações no canal do rio
11	Presença de mata ciliar
12	Estabilidade das margens

Fonte: Adaptado de Hannaford et al. (1997), EPA (1987) e Rodrigues (2008).

Para cada parâmetro foram atribuídas pontuações correspondentes à categoria de sua condição ambiental: 0 (zero), 2 (dois) ou 4 (quatro) pontos por parâmetro; onde “0” indica uma condição ruim, deficiente; “2” condição intermediária; e “4”, condição boa ou propícia do ambiente analisado para o respectivo atributo. A distribuição da pontuação para cada um dos parâmetros se dá conforme modelo de análise apresentado na Tabela 3:

Tabela 3 – Ficha de com a pontuação atribuída aos parâmetros de análise do PAR (Continua)

Local:				
Data:				
Corpo Hídrico:				
Bacia Hidrográfica:				
Coordenadas UTM:				
Condições do tempo: () seco () chuvoso () chuvas esparsas/úmido				
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			Pontos
	4 PONTOS	2 PONTOS	0 PONTOS	
1. Tipo de ocupação das margens do curso d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial Comercial Industrial	
2. Impactos antrópicos na margem	Ausente	Moderado	Acentuada (fábricas, siderúrgicas, canalização, reutilização de curso do rio, esgoto, lixo)	
3. Impactos antrópicos no leito	Ausente (livre de qualquer material em suspensão/ lixo)	Moderado	Acentuada	
4. Odor da água e/ou do sedimento	Ausente	Moderado	Acentuada (ovo podre/ óleo/industrial)	
5. Oleosidade da água e/ou do sedimento	Ausente	Moderado	Acentuada	
6. Presença de plantas aquáticas	Parcial	Total	Ausente	
7. Tipo de fundo	Pedras/ Cascalho / Areia	Lama/areia	Cimento/canalização	

Tabela 3 - Ficha de com a pontuação atribuída aos parâmetros de análise do PAR. (Continuação)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 PONTOS	2 PONTOS	0 PONTOS.
8. Diversidade de habitats	Mais de 50% com Habitats diversificados (pedaços de troncos submersos, cascalho, remansos, folhiço ou outros habitats estáveis).	30% de habitats diversificados.	Menos que 10% de habitats diversificados.
9. Deposição da lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
10. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens Modificadas; acima de 80% do rio modificado
11. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada.	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado
12. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estável; entre 30 e 60 % da Margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; Muitas áreas com erosão; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem. Canalização.

Pontuação**Nível de Perturbação**

0 – 22	Impactado
23 – 32	Alterado
> 32	Natural

Fonte: Adaptado de Hannaford et al. (1997), EPA (1987) e Rodrigues (2008). Lobo (2011).

Definição dos pontos de aplicação do PAR

A definição dos pontos para a aplicação do PAR se baseou nas visitas de campo, experiência prévia em avaliação ambiental do próprio avaliador, análise de mapas e imagens de satélite e ainda foi levado em conta o conhecimento local do avaliador. Os critérios utilizados para seleção dos pontos analisados foram baseados nas condições ambientais, níveis de intervenção antrópica e uso e ocupação por diferentes classes sociais.

Além disso, a facilidade de acesso aos pontos foi um critério determinante para a escolha dos locais nos quais foram aplicados o protocolo. Os pontos escolhidos tinham como propósito avaliar as características físicas do curso d'água desde áreas conservadas que no caso é o Parque Estadual dos Três Picos, até as áreas mais antropizadas (passando tanto pela área urbana quanto rural), ao longo do curso do rio Macacu no município de Cachoeiras de Macacu. A localização e descrição dos pontos selecionados de aplicação do PAR estão apresentados no quadro 5 e as suas coordenadas na tabela 4, a seguir:

Quadro 5 – Localização e descrição dos pontos onde foram aplicados o PAR

PONTO DE COLETA	LOCAL	DESCRIÇÃO DOS PONTOS
1	Meio da Serra de Cachoeiras	Local onde nasce o rio Macacu, local com área de preservação de mata.
2	Centro da cidade Cachoeiras de Macacu (perto da ponte)	Fica localizado o centro do município de Cachoeiras de Macacu onde ficam os comércios locais, bancos e muitas casas ao seu entorno, e como o rio corta o centro da cidade, é provável possuir presença de lixo e esgoto.
3	Sede da APA da bacia do rio Macacu /Curva próxima ao Cemitério Municipal	Fica localizado próximo a uma ponte pertencente a antiga estrada de ferro Leopoldina Railway. Nesse trecho, o rio Macacu tem em seu entorno algumas casas e um dos cemitérios municipais.
4	Japuiba (centro urbano) próximo a um novo condomínio	Este ponto fica localizado em Japuiba, bairro de Cachoeiras de Macacu, este ponto específico está em desenvolvimento há a construção de muitas casas e condomínios, além de comércios. Também é um local que possui extração ilegal de areia.
5	Papucaia (centro urbano)	Este ponto fica em Papucaia, bairro vizinho de Japuiba e o ponto específico de coleta fica localizado na ponte de Papucaia que liga a Marubaí, área rural da cidade.
6	Marubaí (área rural abaixo de Papucaia)	O local de coleta encontra-se na margem da estrada que dá acesso a localidade do Marubai, caracterizada como área agrícola

Fonte: A autora, 2023.

Tabela 4 – Localização dos pontos com as coordenadas

Ponto	Identificação	Latitude	Longitude
01	Meio da Serra	743207	7516690
02	Centro de Cachoeiras	741456	7513803
03	APA Macacu	740195	7511041
04	Japuiba	737099	7503242
05	Papucaia	731657	7499668
06	Marubai	726750	7496018

Fonte: A autora, 2023.

4.2 Desenvolvimento de material instrucional para aplicação do PAR pela sociedade.

Construção do guia de Campo

O guia de campo é um instrumento de propagação da educação ambiental, pois, além do conteúdo didático trazido com utilização de textos e ilustrações, ela contribui para a criação de um pensamento crítico do leitor que, por meio de exemplos, conseguirá evidenciar os erros diários cometidos por tantos cidadãos, que não têm o conhecimento efetivo dos resultados devastadores que uma conduta impensada pode refletir na natureza (SOUZA e LEITE, 2003). Portanto, faz-se necessária a criação de um novo modelo de desenvolvimento, de uma nova postura nos métodos de ensino, razão pela qual o presente trabalho tem como objetivo fazer a divulgação de um guia que poderá ser utilizada por professores, trazendo em seu conteúdo a importância de se conservar os recursos hídricos, tão importantes para a vida de todos os seres.

O guia elaborado neste estudo tem como público-alvo professores do ensino fundamental, mais especificamente o ensino fundamental 2, que são as fases de 6º ao 9º ano. Seu objetivo é apresentar atividades de educação ambiental voltadas para conservação dos recursos hídricos utilizando como instrumento principal monitoramento participativo através da aplicação do PAR.

Em seu cotidiano, o professor precisa sempre estar em busca de estratégias que possam motivar os educandos e assim facilitar o processo ensino-aprendizagem utilizando diferentes recursos pedagógicos como: jogos, filmes, músicas e experimentos. Dentro do conteúdo de Biologia, especificamente de Ecologia, é importante abordar conceitos relacionados à importância do ambiente, conservação e respeito com a natureza, além de desenvolver a conscientização ambiental.

Sendo assim o intuito da elaboração deste guia é ter sua utilização como um recurso pedagógico diferenciado para as aulas práticas de Ecologia no ensino fundamental, com um enfoque interdisciplinar. Contém um panorama de alguns conceitos importantes como bacia hidrográficas, importância da água e monitoramento ambiental da água, buscando ensinar e aprofundar o conhecimento dos alunos sobre bacias hidrográficas e importância de sua conservação.

Para tal, foi utilizada a experiência docente da autora, em diálogo com o material coletado na pesquisa bibliográfica e documental, além de sites. O guia tem em seu conteúdo uma sequência didática que envolve temas como água e bacia hidrográfica, traz com ele atividades propostas para serem feitas em sala de aula, atividades práticas que podem proporcionar uma maior vivência com os recursos hídricos e sua importância. O guia traz um passo a passo de um Protocolo de Avaliação rápida de rios (PARs) para que o professor use como metodologia em aula. O intuito de construir este guia será divulgar posteriormente para que professores tenham uma nova ferramenta para usar em suas aulas com tema água, tema este que a cada dia tem se tornado muito importante ser abordado em sala de aula.

Seleção e aplicação do PAR por estudantes do ensino Fundamental 2

A oficina de monitoramento ambiental foi oferecida a 20 alunos do ensino fundamental (6º ano), em uma instituição de ensino de Cachoeiras de Macacu (Colégio Municipal Almerinda Ferreira de Almeida). A escola em questão fica localizada no Bairro de Japuiba, bem próxima ao rio Macacu e assim facilitando a atividade a ser aplicada.

A oficina, além de oferecer aos participantes a oportunidade de ampliar seus conhecimentos específicos sobre monitoramento ambiental e funcionamento dos recursos hídricos, também teve como função avaliar a aplicabilidade do PAR, adequado ao trecho em estudo, de modo a identificar possíveis falhas, adequá-las e, por fim, consolidar o protocolo desenvolvido.

Tal oficina foi realizada em duas etapas:

Na primeira etapa da atividade foi adotada uma abordagem teórica, sendo apresentado aos estudantes os objetivos e justificativas do presente trabalho, a relevância do monitoramento dos rios, definições de indicadores ambientais, o PAR, bem como suas vantagens e características, além dos parâmetros a serem analisados em campo na etapa prática da oficina. O material de apoio didático da oficina contou com um roteiro, que continha informações sobre o uso dos protocolos, instruções sobre a aplicação do PAR, fotografias e exemplos de diferentes situações ambientais. Para facilitar a utilização do

protocolo pelos voluntários, para cada parâmetro considerado no protocolo adequado, havia uma breve descrição do mesmo.

Na segunda etapa, após o momento teórico, os estudantes foram a campo aplicar o PAR em um trecho bem próximo a escola onde estudam. É importante ressaltar que o intuito dessa etapa seria realizar um diagnóstico das condições ambientais do curso d'água do rio Macacu, mas que, a partir da avaliação dos alunos participantes da oficina de monitoramento ambiental, objetivou-se especificamente avaliar a consistência do PAR desenvolvido, o entendimento dos parâmetros e da descrição de cada um deles, bem como a opinião geral dos alunos quanto ao instrumento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Resultados da aplicação do PAR no trecho

O protocolo foi aplicado pela autora desta pesquisa em 6 pontos na bacia hidrográfica do rio Macacu, compreendendo o trecho do município de Cachoeiras de Macacu, considerando o estágio de conservação do curso, na tentativa de compreender o grau de interferência do uso e ocupação humana sobre o solo da área investigada. Após feita a avaliação de cada item do protocolo, realizou-se a soma das pontuações atribuídas e assim categorização para o trecho de análise, conforme o quadro 6 abaixo.

Quadro 6– Resultado da aplicação do PAR nos pontos selecionados na bacia do rio Macacu, no município de Cachoeiras de Macacu.

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d' água (principal atividade)	4	0	0	0	0	2
2. Impactos antrópicos na margem	4	0	2	0	0	2
3. Impactos antrópicos no leito	4	0	2	2	2	2
4. Odor da água e/ou do sedimento	4	0	2	0	0	2
5. Oleosidade da água e/ou do sedimento	4	0	2	0	0	2
6. Presença de plantas aquáticas	4	0	2	0	0	2
7. Tipo de fundo	4	2	2	2	2	4
8. Diversidade de habitats	4	4	4	4	4	4
9. Deposição da lama	4	2	2	2	2	2
10. Alterações no canal do rio	4	4	4	4	4	4
11. Presença de mata ciliar	4	4	4	4	4	4
12. Estabilidade das margens	4	2	2	2	2	2
SOMA TOTAL	52	20	30	22	22	34
RESULTADO	Natural	Impactado	Alterado	Impactado	Impactado	Natural

Fonte: A autora, 2023.

A aplicação do PAR no trecho do município de Cachoeiras de Macacu foi realizada no período de inverno, in loco, nos meses de julho a setembro de 2022 período esse que é marcado pela baixa frequência de chuvas. Segundo Rodrigues et al. (2012), se a aplicação do PAR for feita em época de chuvas, mesmo em trechos em que a profundidade seja menor e que o leito do rio evidente, a visibilidade do leito do rio poderá ser prejudicada, sendo assim sugere-se que a aplicação deste protocolo seja realizada em período de estiagem.

Os resultados da aplicação do PAR em trechos do rio Macacu distribuíram-se entre as três classes: impactado, alterado e natural. Após a definição da pontuação para cada parâmetro, efetuou-se o somatório da pontuação para cada local em avaliação, chegando-se na definição do nível de perturbação do curso d'água.

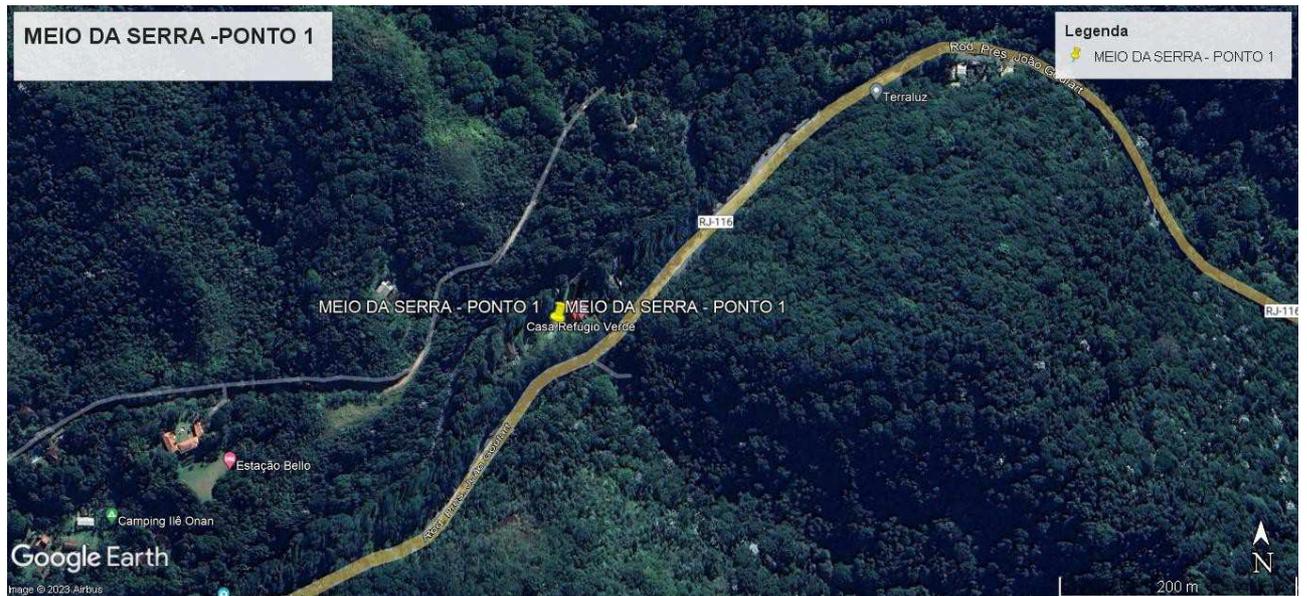
A aplicação do PAR ao longo dos pontos distribuídos na bacia hidrográfica do rio Macacu resultou em apontamentos importantes que possibilitam a apreensão do quadro de qualidade ambiental das águas e de seus respectivos ambientes na bacia do Rio Macacu indicando, em alguns casos, urgência no que tange o processo de desenvolvimento de ações de preservação. Foi possível constatar, ao fazer a análise do gráfico que, dos seis pontos analisados, 2 se encontram em condição natural (ponto 1 - área de reserva e 6 - área rural); o ponto 3 em condição alterado e os pontos 2, 4 e 5 de forma impactada.

A seguir o detalhamento dos resultados de cada ponto:

Ponto 1 -Meio da serra de Cachoeiras de Macacu

Primeiro ponto de análise está localizado na serra de Cachoeiras de Macacu (Figuras 4 e 5). Esse trecho do rio, em relação aos demais pontos examinados, foi considerado o mais conservado e próximo ao “natural”. A forte presença dos paredões rochosos e da mata ciliar preservam as características naturais das margens e leito do rio. A água nesse ponto é transparente, com abundância de seixos e o fundo pedregoso, além de apresentar corredeiras bem desenvolvidas, habitats diversificados e mínima alteração antrópica. Portanto, na aplicação do PAR, o respectivo local recebeu um total de 52 pontos, enquadrando-se na categoria de condição ambiental **considerada natural**.

Figura 4 - Imagem de satélite da localização do ponto1



Fonte : Google earth, 2023.

Figura 5 – Imagem do Rio Macacu no ponto 1



Fonte: A autora, 2023.

Ponto 2 - Centro da cidade Cachoeiras de Macacu

O segundo ponto de análise encontra-se dentro do perímetro urbano do município de Cachoeiras de Macacu (figuras 6 e 7). Esse local tem ocupações residenciais e comerciais que influenciam diretamente na instabilidade das margens do rio, no odor desagradável da água e sedimentos do fundo, além de condicionar a formação de fundos mais lamosos por conta dos lançamentos dos esgotos. A vegetação é restrita devido à atividade antrópica. As margens são severamente modificadas pelas construções residenciais, com elevado risco de erosão durante enchentes. Contabilizou-se 22 pontos e diante da análise dos parâmetros este ponto foi considerado com **condição ambiental impactada**.

Figura 8 - Imagem de satélite da localização do ponto 3 - Sede da APA Estadual da Bacia do Rio Macacu



Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 9 – Imagem do Ponto 3 -Sede da APA Estadual da Bacia do Rio Macacu



Fonte: A autora, 2023.

Ponto 4 - Japuiba

Está situado em uma das áreas urbanas da cidade de Cachoeiras de Macacu, cujo uso e ocupação do solo local se dá por centro comercial e domicílios (Figuras 10 e 11). Há erosões nas margens, mais visíveis pelo rebaixamento do nível da água durante período de estiagem. Trata-se de processos moderados, porém, frequentes. Verifica-se também, no entorno do ponto, a presença de resíduos plásticos provenientes de uso doméstico, conforme parâmetro 3 do PAR. A aplicação do PAR resultou na soma de 22 pontos, enquadrando-se na categoria **“impactado”**. A água deste trecho apresentou leve odor, associado à decomposição de matéria orgânica. Não foi constatada oleosidade na água, mas a cor apresentou uma tonalidade amarronzada com turbidez.

Figura 10 - Localização do ponto 4 Imagem de satélite da localização do ponto 4 – Japuiba



Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 11 - Imagem do ponto 4 (Japuiba)

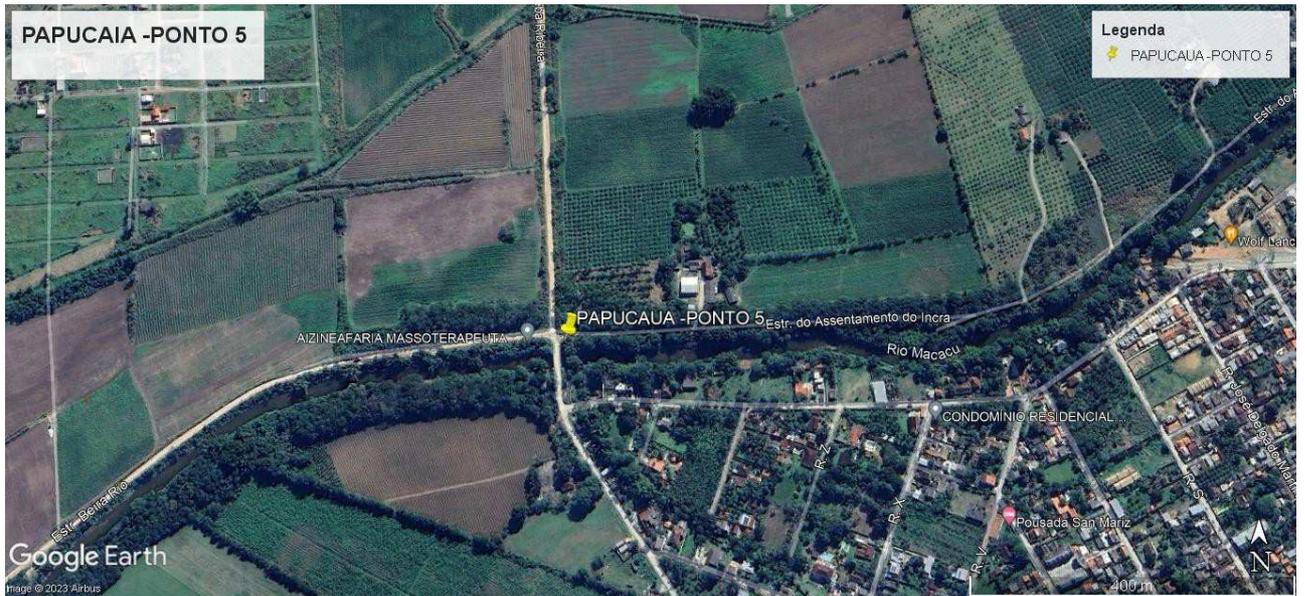


Fonte: A autora, 2023.

Pontos 5 - Papucaia

Este trecho fica localizado um pouco depois do bairro de Japuiba (figuras 12 e 13) e suas características são bem parecidas em se tratando dos parâmetros analisados. Esse trecho encontra-se situado em um bairro com centro urbano também à margens do rio Macacu, possuindo muitos domicílios e comércio local. A soma da pontuação atribuída ao PAR foi de 22 pontos, condição considerada **“impactada”**. Há pouca cobertura vegetal, a lâmina d’água é rasa com pouca profundidade apresentando trechos com substrato exposto, com pouca transparência.

Figura 12 - Imagem de satélite da localização ponto 5



Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 13 - Imagem do ponto 5 (Papucaia)



Fonte: A autora, 2023.

Ponto 6 - Marubaí (área rural)

O sexto ponto de análise possui, predominantemente, ocupações de campo de pastagem ao longo das margens do rio, mas com pontos alternados de mata ciliar (figuras 14 e 15). Apresenta moderada interferência antrópica. A água, neste ponto, encontra-se transparente, com presença de corredeiras, e fluxo contínuo da água. O fundo é pedregoso e com abundantes seixos, os habitats diversificados, e a mata ciliar é reduzida devido ao desmatamento para pastagem. Em relação aos outros parâmetros: não foi constatado oleosidade na água; a água e os sedimentos não apresentaram odores específicos que poderiam indicar poluição por disposição de efluentes. Na aplicação do PAR, este ponto somou 34 pontos, enquadrando-se na categoria de **condição natural**.

Figura 14 - Imagem de satélite da localização ponto 5



Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 15 - Imagem do ponto 6 (Marubai)



Fonte: A autora, 2023.

Os resultados obtidos através da aplicação do PAR revelaram que alguns trechos do rio Macacu passam por impactos antrópicos decorrentes do uso e ocupação do solo que prejudicam a qualidade ambiental, que ao qual pode ser refletido diretamente na qualidade da água.

A partir desta análise ambiental foi possível verificar a necessidade de adotar medidas que possam minimizar os processos de degradação do rio Macacu, o que poderia ser feito por meio de políticas públicas de saneamento básico e regularização da ocupação do solo nas suas margens, com o apoio das autoridades locais, bem como desenvolvimento de projetos de recuperação de áreas degradadas às margens do manancial.

5.2 Construção do Guia Educativo

O guia educativo com a adequação do PAR para uso por crianças do ensino fundamental está apresentado no Apêndice 1. Foi elaborado com o intuito de ser usado como um recurso pedagógico diferenciado para as aulas práticas de Ecologia na Educação Básica, com um enfoque interdisciplinar. O guia encontra-se dividido em seis tópicos que abordam: Água e sua distribuição no planeta; Ciclo da água; bacia hidrográfica; Características de um rio; Poluição dos rios (traz conceitos que caracterizam um rio poluído) por fim, traz uma adequação do PAR para ser aplicado com alunos. Em todos os tópicos foram disponibilizadas propostas de atividades, para que os professores utilizassem em sala com intuito de introduzir o PAR e assim facilitando o entendimento de análise do ecossistema que fosse avaliado.

É importante ressaltar que este guia apenas propõe algumas atividades, e não é unidirecional, somente sugere caminhos a serem percorridos. Com base nesta proposta, o professor pode ainda estruturar outras no mesmo sentido proposto. Sendo assim adequar um PAR para uso por crianças e adolescentes matriculadas no ensino fundamental é de extrema relevância, acredita-se que o PAR possa ser útil na promoção da observação, sensibilização e apropriação de conceitos referentes ao funcionamento, por parte dos discentes, e na preservação dos recursos fluviais, contribuindo significativamente com o desenvolvimento da Educação Ambiental no nível básico da educação.

5.3 Resultados da aplicação do protocolo com os voluntários

A aplicação do protocolo ocorreu de forma que cada aluno fez sua análise, sendo auxiliado pelo professor e pela autora da adaptação do protocolo, como mostra as imagens a seguir:

Figura 16 - Imagens do trecho de rio avaliado pelos discentes participantes da oficina de monitoramento ambiental, por meio do protocolo adequado no presente estudo (Japuiba, Cachoeiras de Macacu - RJ).



Fonte: A autora, 2023.

Para a verificação da consolidação do protocolo aplicado com os voluntários foi feita uma análise de forma interpretativa do padrão de respostas obtidas nesta etapa prática, partindo-se do pressuposto de que variações significativas entre as respostas dos estudantes poderiam indicar falhas no protocolo.

Para a verificação da convergência das respostas entre os avaliadores, considerou-se a observação de um padrão de respostas similares.

A soma das pontuações dos parâmetros se deu da seguinte forma: 8 alunos deram notas que classifica o ambiente como impactado, 8 como resultado natural e 4 alterado. Esse resultado evidenciou de um modo geral, uma variação das pontuações atribuídas a cada parâmetro pelos 20 avaliadores discentes para o mesmo ponto do curso do rio. Alguns parâmetros como o 8 (Presença de mata ciliar) e o parâmetro 4 (Erosão) tiveram algumas divergências de valores, talvez alguns voluntários não tiveram a compreensão adequada do conceito.

Ao término desta atividade foi disponibilizado aos voluntários um questionário (Quadro 7) para reunir informações para consolidar o PAR adequado, e ainda permitiu a identificação de opiniões dos participantes sobre a oficina de monitoramento ambiental oferecida.

Quadro 7 - Questionário aplicado junto aos alunos participantes da oficina de monitoramento ambiental

1) Nome da Escola:	2) Série:
3) Sexo: () masculino () feminino	4) Idade:
5) Quanto tempo você utilizou para aplicar o protocolo? () Menos de 20 minutos () Entre 20 e 40 minutos () Entre 40 minutos e 1 hora () Mais de 1 hora	6) Você acha que o uso do protocolo é um meio que o aproxima das questões ambientais? () Sim () Não Comentário:
7) As instruções da oficina sobre o protocolo ajudaram na melhor compreensão para aplicação? () Sim () Não Comentário:	8) As ilustrações que foram disponibilizadas para cada parâmetro o ajudaram na avaliação em campo e durante a atribuição de notas? () Sim () Não Comentário:
9) Durante a avaliação do rio com o protocolo, você se sentiu como um colaborador na defesa de um rio? () Sim () Não Comentário:	10) A participação na oficina de monitoramento ambiental permitiu aprender mais sobre os rios? () Sim () Não Comentário:
11) Você teve alguma dificuldade em entender sobre os parâmetros propostos no PAR? () Sim () Não Se sim, qual(is) foi(ram) esse(s) parâmetro(s)?	12) Você acha que qualquer pessoa pode realizar a avaliação de um rio utilizando este PAR? () Sim () Não Comentário:

Fonte: A autora, 2023.

Ao responder o questionário maioria dos voluntários levou cerca de 10 a 15 minutos na totalidade as respostas foram bem homogêneas. Em se tratando de avaliar o rio Macacu muitos não percebiam como era importante o rio Macacu em seu cotidiano e acabaram por perceber após a avaliação. Além disso foi possível perceber o quanto se sentiram como um pesquisador ou um cientista por um dia fazendo uma análise do rio de sua realidade local. Algumas falas de alunos ficaram como exemplos: “Nossa como tem lixo no Rio Macacu”; “A água que bebemos vem deste rio?” “Será que tem peixes?” ...Sobre a aplicação no uso do protocolo, alguns voluntários tiveram um pouco de dificuldade para aplicar sozinho, mas com auxílio da autora conseguiram aplicar.

5.4 Discussões

Verificou-se no estudo ocupação das margens do da Bacia Hidrográfica do Rio Macacu tanto por área rural, com pastagens e culturas agrícolas, quanto por área urbana. Também foi observado que alguns dos trechos do rio Macacu possuem a cobertura vegetal nativa, porém, apresentando largura inferior ao exigido pela legislação vigente indicando alterações provenientes de atividades antrópicas. Existe presença de processos erosivos principalmente nos trechos de centros urbanos por onde o rio Macacu percorre e que pode afetar o leito do rio principalmente em épocas de chuvas facilitando que ocorra enchentes. Além disso, se constatou alterações quanto ao aspecto propriedades organolépticas que podem ser facilmente percebidas pelos nossos sentidos na análise das águas como o cheiro e turbidez.

As análises realizadas nos trechos estudados do rio Macacu são consideradas constatações objetivas e pontuais, não demonstrando a realidade de toda a bacia hidrográfica. Observou-se que, até mesmo pontos mais distantes de áreas urbanas, apresentaram fragilidades que refletiram em suas pontuações como o trecho da área rural analisado. Quanto à metodologia aplicada, a seleção dos parâmetros se mostrou eficaz pois, permitiu identificar as principais fragilidades ambientais da área de estudo.

A análise dos parâmetros de forma conjunta se fez necessária para avaliar o quadro geral de qualidade ambiental da bacia em estudo.

A falta de planejamento diante da expansão urbana e das atividades industriais provoca uma deterioração da qualidade da água e redução da capacidade de armazenamento de água da bacia hidrográfica (Pedreira *et al.*, 2009). E a conversão da cobertura vegetal original em uso alternativo com manejo inadequado e intensivo das terras por longos períodos, de acordo com o histórico de produção agrícola da região, agrava os processos erosivos e o assoreamento dos rios (PDBG, 2002).

A ocupação urbana, o uso intensivo do solo e a instalação de atividades industriais, são hoje, os principais fatores responsáveis pela destruição das matas ciliares e zonas ripárias dos rios. Como constatado nesta presente pesquisa na área de estudo, Cachoeiras de Macacu, demonstrando que a ocupação urbana desordenada proporciona a erosão, o carreamento de sedimentos, e conseqüentemente a piora da qualidade da água e principalmente a diminuição da capacidade de armazenamento das bacias hidrográficas, levando à redução da vazão do lençol freático (T, 2002).

A aplicação do PAR visa avaliar qualitativamente os recursos hídricos e são de grande relevância para a gestão de bacias hidrográficas, pois possibilita um diagnóstico ambiental sobre as águas e seus respectivos entornos. No caso do rio Macacu, foi verificada a ocupação das margens dos corpos hídricos por atividades agrícolas de diferentes culturas e ainda centros urbanos, constatando que somente dois trechos foram considerados naturais.

A análise do trecho em estudo (trecho do rio Macacu em Cachoeiras de Macacu) ocorreu em um percurso de onde nasce o rio Macacu (Meio da Serra), passando pela cidade de Cachoeiras de Macacu, finalizando em uma área rural. O ponto 1 foi considerado o local de referência para outras áreas que foram analisadas já que é um local de ambiente natural, dentro de uma área de proteção ambiental (Parque Estadual dos três Picos) e na avaliação do PAR foi considerada com condições naturais, sem alterações antrópicas significativas.

Já os pontos 2, 3, 4 e 5 foram localizados em áreas urbanas, com as margens do rio Macacu ocupadas por domicílios e comércios e assim foram considerados alterados, sendo os pontos 2, 4 e 5 classificados como impactados e o ponto 3 como alterado. Já o ponto 6, que fica localizado na área rural do município de Cachoeiras de Macacu, foi considerado natural através da aplicação do PAR. No entanto, se fosse feita uma análise em conjunto com outros métodos, a avaliação deste ponto poderia ser diferente visto que anterior a este local, o rio percorreu áreas urbanizadas e impactadas. Portanto uma avaliação mais holística deste local não condiz com o resultado obtido pelo PAR, sendo provavelmente necessária a aplicação de outros métodos e/ou a inclusão de outros parâmetros no protocolo., uma vez que os protocolos podem ser adaptados e testados para se adequarem às áreas analisadas.

Importante enfatizar que os resultados obtidos por meio da aplicação do PAR estão se referindo às características dos pontos estudados. Mesmo que representem parte da realidade da bacia, não pode ser possível afirmar que todos os pontos analisados sejam dotados da mesma característica da bacia como um todo. Para pesquisas que sejam feitas por órgãos públicos que possuem maior disponibilidade de recursos e mão-de-obra, é recomendado que se empregue um número maior de pontos para análise com o PAR, de modo que um mesmo curso d'água não apresente grandes extensões sem monitoramento.

O presente trabalho também teve como um dos objetivos a criação de um guia que está apresentado no Apêndice 1 e descrito na metodologia desta pesquisa, tendo como público-alvo professores do ensino fundamental 2. Este guia objetivou apresentar temas relacionados a água e sua importância, trazendo conceitos que demonstram quão é importante conservar os recursos hídricos. Através das atividades práticas propostas no guia, contribuir para a

ampliação da percepção ambiental e valorização local através da reflexão dos problemas socioambientais que afetam o ecossistema.

Em seu cotidiano, o professor precisa sempre estar em busca de estratégias que possam motivar os educandos e assim facilitar o processo ensino-aprendizagem utilizando diferentes recursos pedagógicos como: jogos, filmes, músicas e experimentos. Dentro do conteúdo de Biologia, especificamente de Ecologia, é importante abordar conceitos relacionados à importância do ambiente, conservação e respeito com a natureza, além de desenvolver a conscientização ambiental.

Nogueira (2019), que estudou a percepção ambiental de um grupo de um colégio na localidade de Japuíba, teve como objetivo analisar a questão da percepção ambiental a partir de observações, discussões, trabalhos práticos e visitas de campo realizados com alunos do sexto e do sétimo ano do ensino fundamental, dentro do contexto da Educação Ambiental. A autora trabalhou aspectos da Educação Ambiental a partir do histórico de desenvolvimento do município e os consequentes problemas ambientais detectados atualmente, principalmente no entorno do rio Macacu, em especial:

- 1) Visão globalizadora relacionando os acontecimentos do município com o cenário nacional/internacional; 2) A contextualização da história local do Município, buscando levar os alunos para além da sala de aula, a fim de entenderem a complexidade da dinâmica e sua relação com o cotidiano e realidade dos moradores de Cachoeiras de Macacu; 3) [...] visão transformadora, que permite maior sensibilização e participação dos alunos no processo permanente de manutenção do ambiente em que vivem (NOGUEIRA, 2019, resumo).

A pesquisa da autora ainda demonstrou, através de seus resultados, uma reflexão do papel da educação enquanto promotora das práticas de Educação Ambiental e como isso, de forma efetiva, pode mudar a percepção ambiental do público que se está trabalhando.

Na mesma linha de Nogueira (2019), podemos perceber que para estudar as questões ambientais locais, é necessário entender o contexto em que os participantes vivem, e sua interação com o objeto de estudo. Sendo assim, é de suma importância que a comunidade conheça seu ambiente para valorizar e contribuir para conservar.

Sendo assim o Guia proposto será de grande importância para que os professores de ciências e biologia possam trabalhar estas questões com os estudantes, numa vertente multidisciplinar e alinhada com os pressupostos da educação ambiental, de modo a ampliar o conhecimento relacionado a recursos hídricos, sua importância e ainda que percebam o quanto é importante preservar e conservá-los.

Além disso, uso do Protocolo de Avaliação Rápida do guia mostrou-se como importante ferramenta de participação social na avaliação ambiental do curso d'água em

avaliação e ainda como importante instrumento de Educação Ambiental, considerando que este induz a uma reflexão sobre diversos temas relacionados com a qualidade ambiental de cursos d'água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Macacu no trecho do município de Cachoeiras de Macacu, verificou que o município possui ocupação das margens do rio Macacu por atividades agrícolas, atividades comerciais nos centros urbanos, mas também foi possível encontrar ambiente com condições naturais bem preservadas.

Foi possível perceber presença de processos erosivos principalmente nos trechos de centros urbanos por onde o rio Macacu percorre e que pode afetar o leito do rio principalmente em épocas de chuvas, facilitando que ocorra enchentes. Além disso, se constatou alterações quanto ao aspecto propriedades que podem ser facilmente percebidas pelos nossos sentidos na análise das águas como o cheiro e turbidez. Em âmbito geral, o trecho analisado a bacia dispõe de uma condição ambiental de forma alterada, visto que ao calcular a média das pontuações de todos os trechos teremos como média 30 que caracteriza como condição ambiental alterada.

Foi verificado no trabalho que a maior parte dos pontos apresenta cobertura vegetal nativa em péssimo estado, com menor densidade e com sinais de alterações antrópicas. Eram poucos os trechos com presença de mata ciliar nativa e bem conservada. Outro fator observado foi o fato de as lâminas d'água estarem baixas que podem ser explicados pela falta de chuvas na região nos meses anteriores.

Importante enfatizar que os resultados obtidos da bacia hidrográfica em estudo estão se referindo a características dos pontos estudados. E que mesmo que represente parte da realidade da bacia, não se pode afirmar que todos os pontos da análise sejam dotados da mesma característica.

o PAR é uma avaliação de fácil acesso e prática que é possível ser usada como uma ferramenta para monitoramento permitindo visualizar mais rapidamente as mudanças do rio. Seu uso juntamente com outras análises da qualidade das águas pode trazer informações que possibilitem o planejamento do uso e conservação da qualidade do recurso hídrico.

O Protocolo de Avaliação Rápida é uma metodologia economicamente viável que proporciona uma análise empírica do curso d'água avaliado e possibilita o envolvimento da comunidade, agindo também como ferramenta de Educação Ambiental.

O Guia proposto nesta presente pesquisa será de grande importância para que os professores de ciências e biologia possam trabalhar com os estudantes questões de ecossistemas e recursos hídricos em uma vertente multidisciplinar e alinhada com os

pressupostos da educação ambiental, de modo a ampliar o conhecimento sobre rios, possibilitando que estes possam analisar de forma crítica um rio e ainda permitindo que percebam o quanto é importante preservar e conservar.

A aplicação do PAR com os alunos os aproximou das questões ambientais, a oficina de monitoramento os ajudou a compreender o instrumento e as ilustrações disponíveis facilitaram a avaliação em campo. Os estudantes ficaram sensibilizados para com as questões ligadas à preservação dos recursos hídricos e sua participação na oficina de monitoramento ambiental permitiu a percepção ambiental dos rios da sua comunidade.

A ideia é que este produto fique disponível para professores, podendo ser usado como referência para outros trabalhos. Com a utilização desse guia, pretende-se facilitar a demonstração de conceitos ecológicos relevantes e aproximar os alunos da temática ambiental, formando cidadãos mais conscientes, e proporcionando uma maior valorização local

REFERÊNCIAS

- BALL, J. 1982. Stream Classification Guidelines for Wisconsin. Madison, Wisconsin Department of Natural Resources Technical Bulletin
- BARBOUR, M.T.et. al. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wade able rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2. ed. Washington: EPA 1999. 339p;
- BERGMANN, M.; PEDROZO, C. **Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental**. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 3, p. 537-53, 2008.
- BERSOT, M. R. O. B.; MENEZES, J. M.; ANDRADE, S. F. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) na bacia hidrográfica do rio Imbé–RJ. **Ambiência Guarapuava (PR)**, v. 11, n. 2, p. 277-294, 2015.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. *Constituição Federal Brasileira de 1988* Brasília: Senado, 1988.
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental**. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Seção 1, p. 1.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento**. Brasília: Ministério das Cidades; 2009.
- BRASIL. Resolução CNRH nº 98, de 26 de março de 2009. **Estabelece princípios, fundamentos e diretrizes para a educação, o desenvolvimento de capacidades, a mobilização social e a informação para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. *Diário Oficial da União* 2009; 30 jul.
- BRASIL, **Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF: Casa Civil, jan. 1997.
- BRASIL. **LEI COMPLEMENTAR Nº 039 DE 17 DE ABRIL DE 2015**. Fusão de Distritos e criação de Distrito Único no Município de Cachoeiras de Macacu e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.cachoeirasdemacacu.rj.leg.br/banco-de>

- legislacoes-e-normas/legislacao-municipal/leis-complementares/lei-complementar-039-2015.pdf/at_download/file#:~:text=LEI%20COMPLEMENTAR%20N%C2%BA%20039%20DE,Art. > Acesso em: 8 novembro de 2023.
- BUSS D. F., Baptista D. F., NESSIMIAN J. L. 2003. **Conceptual basis for the application of biomonitoring on streamwater quality programs.** *Cad. Saúde Pública*, **19**(2):465-473.
- CACHOEIRAS DE MACACU. **Agenda 21 de Cachoeiras de Macacu.** Pancrom, 2010. 154 p.
- CADEI, M. S.; AGUIAR, J. G.; OLIVEIRA, A. L. T. **Meio Ambiente e Educação Ambiental: Conceituação, Legislação e Políticas Públicas.** v. 1. Rio de Janeiro: INEA:CEADS\UERJ, 2022. Disponível em: <http://www.ibrag.uerj.br/index.php/160-ceads/materiais-produzidos-ceads/723-volume-1-meio-ambiente-e-educacao-ambiental-conceituacao-legislacao-e-politicas-publicas.html>.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.D.C.; PETRUCIO M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de *habitats* em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnol. Bras.*, **14**(1): 91-98.
- CAMPOS, Janaina Cassia. **Protocolo de Avaliação Rápida de Rios como referencial prático para uma educação ecossistêmica e transdisciplinar.** RA'EGA, O ESPAÇO GEOGRÁFICO EM ANÁLISE. 04/2021. Disponível em: <[Raega - O Espaço Geográfico em Análise \(ufpr.br\)](#)>. Acesso em: 23 de ago de 2023
- CIDE. Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. **Mapa de uso e cobertura do solo:** Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Escala 1:50.000. 2003.
- CORDEIRO, M. G. dos S.; FREITAS, I. A. S. Aplicação da Alternativa Metodológica de Mobilização Social para Formação do Comitê de Bacias Hidrográficas no Estado do Tocantins. In. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo: ABRH, 2007.
- COSTA, H. **Subsídios para gestão dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Macacu,** São João, Macaé e Macacu. Rio de Janeiro: SEMA, 280p. 1999.
- DALLA COSTA, S. & POMPEO, C. A. **Revitalização de cursos d'água em áreas urbanas: caracterização e avaliação da degradação ambiental na zona de proteção legal do Rio Córrego grande.** II Simpósio de Recursos Hídricos Sul-Sudeste, CD-ROM, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro, 2008.
- DANTAS. M. E. **Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro.** Geomorfologia do Estado do Rio dx e Janeiro. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e metalurgia. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Brasília. Dezembro 2000. 1 CD-ROM.

- DILLENBURG, A. K. **A importância do monitoramento ambiental na avaliação da qualidade de um rio—estudo de caso—Mercedes, PR.** Revista Urutágua—Revista Acadêmica Multidisciplinar, Maringá, (12), 1-10, 2007;
- ECOLOGUS- AGRAR. **Plano Diretor dos Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara.** Rio de Janeiro, RJ. 2003. 3087 p. CD-ROOM.
- ECOLOGUS- AGRAR. **Plano Diretor dos Recursos Hídricos do Programa para a despoluição da Baía da Guanabara.** Secretaria de estado de Meio ambiente e Desenvolvimento Urbano do estado do rio de Janeiro. RJ. 2006. CD-ROOM
- Environmental Protection Agency (EPA).1987. **Surface water monitoring: A framework for change.** Washington, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Policy Planning and Evaluation.
- ESTEVES, FA. 2011. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 826 p
- FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- FARIA, R.T.L.; FERNANDEZ, O.V.Q. **Aplicação do protocolo de avaliação rápida de habitats aquáticos em córregos de Marechal Cândido Rondon (PR).** Geomae, Campo Mourão, v.10, n.2, p.63-79, 2019.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; VIEIRA, V. de P. P. B.; MOTA, S.; ROSA, M. de F.; ARAÚJO, L. de F. P.; GIRÃO, Ê.; DUNCAN, B. L. **Monitoramento comunitário da qualidade da água: uma ferramenta para a gestão participativa dos recursos hídricos no semi-árido.** REGA, v. 5, nº 1, p.51-60, jan./jun. 2008.
- FIRMINO, P. F.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. **Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de rios localizados no município de Ipameri, Sudeste do Estado de Goiás, através de um protocolo de avaliação rápida.** Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v. 15, n. 2, p. 1-12, 2011.
- FRANÇA J. S.; SANTIAGO K. P.; CALLISTO M. **Monitoramento participativo de qualidade de água na região metropolitana de Belo Horizonte (MG).** ENAU SP, 2014.
- HANNAFORD, M.J.; BARBOUR, M.T.; RESH, V.H. **Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat.** Journal of the North American Benthological Society, 4:853-860, 1997;
- GARCIA, D. S. S. **El Principio de sostenibilidad y los Puertos: A Atividade Portuária com garantidora da dimensão econômica e social do Principio da Sustentabilidade.** 2011. 451 f. Tese (Doutorado) - Curso de Derecho, Departamento de Facultad de Derecho, Universidad de Alicante, Espanha, 2011.

- GOMES, M.R. **Recursos hídricos: percepção de estudantes e veiculação da temática em livros didáticos**. Dissertação (mestrado) – IF Goiano, campus Urutaí, 56fls, 2017.
- GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 241-260, 2012.
- Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v7n3/v7n3a19.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2022
- IBIO. Plano de manejo – **APA da bacia do rio Macacu**. Rio de Janeiro: Instituto BioAtlântica, 2009
- INSTITUTO BAÍA DE GUANABARA. **Plano de Gestão da APA do Guapimirim**. Convênio IBAMA 46/2000. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/apaguapimirim>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. Censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/calendario.shtm>. Acesso em: 10 jun.2023.
- KRUPEK, R. A. **Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats**. **AMBIÊNCIA**, v. 6, n. 1, p. 147-158, 2010.
- LIMA, A. J. R.; ABRUCIO, F. L.; BEZERRA, F. C. S. **Governança dos recursos hídricos: proposta de indicador para acompanhar sua implementação**. São Paulo: WWF – Brasil: FGV, 2014.
- LOBO, E. A.; VOOS, J. G.; ABREU JÚNIOR, E. F. **Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil**. Caderno de Pesquisa, Série Biologia, Santa Cruz, v. 23, n. 1, p. 18-33, 2011;
- MACHADO, C. J. S. **Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios**. **Ambiente e Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 121-136, 2003.
- MACHADO, A.N.P. **Adaptação de um Protocolo de Avaliação rápida de rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental no ensino médio** .Dissertação (mestrado em conservação de recursos Naturais do cerrado) .Instituto Federal Goiano ,Campus Urutaí ,2019.
- MALHEIROS, T. F.; PROTA, M. G.; PEREZ RINCON, M. A. Participação comunitária e implementação dos instrumentos de gestão da água em bacias hidrográficas. **Ambiente & Água Revista**, v. 8, n. 1, p. 98-118, 2013.
- MARQUES, D.M.; SILVEIRA, A.L.L.; GEHLING, G. **Resíduos Sólidos na Drenagem Pluvial Urbana**. In: RIGHETTO, A. M. (Org.). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Rio de Janeiro: ABES, v. 04. 2009. p. 198-217.

- MINATTI-FERREIRA, D.D.; BEAUMORD, A.C. **Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque, SC.** *Health and Environmental Journal*; v. 4, p. 21-27, 2004;
- MINATTI-FERREIRA, D.D.; BEAUMORD, A.C. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos.** *Health and Environmental Journal.*; v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.
- MINAYO, M. C. d. S. (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa – características, uso e possibilidades. **Cadernos de pesquisa em administração**, São Paulo. v.1, n. 3, p.1-5, 1996.
- OLIVEIRA, A.F. **Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ: estudo da paisagem e qualidade ecológica** / Andréa Franco de Oliveira. – 2011. 315 f.
- NOGUEIRA R. B. **A valorização da percepção ambiental: uma experiência docente em Cachoeiras de Macacu, 2019.** 76 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, 2019.
- ONU; Organização das Nações Unidas. **Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação (UNW-DPAC).** O Direito Humano à Água e Saneamento: Comunicado aos Média. 2015. [8p]. Disponível em:<http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf,> Acesso em: 24 de jun. 2023
- ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, 2015.**
- Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 21/06/2022.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **Declaração Universal dos Direitos da Água.** <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/declaracao_universal_dos_direitos_da_agua/declaracao_universal_dos_direitos_da_agua.html> Acesso em 10 de agosto de 2023
- ONU; Organização das Nações Unidas. **Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação (UNW-DPAC).** O Direito Humano à Água e Saneamento: Comunicado aos Média. 2015.[8p]. Disponível em:<http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf,> Acesso em: 24 de nov. 2023.
- ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ONU diz que acesso à água potável é direito humano.** 2010.

- OVERDEVEST, C.; ORR, C. H.; STEPENUCK, K. **Volunteer stream monitoring and local participation in natural resources issues**. *Research in Human Ecology*, v. 11, n. 2 p.177 – 185, 2004.
- PADOVESI-FONSECA, C. et al. **Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central**. Taubaté: *Ambi-Agua*, v. 5, n. 1, p. 43-56, 2010.
- PARSONS, M.; THOMS, M.; NORRIS, R. 2002. **Australian River Assessment System: AusRivAS Physical Assessment Protocol**. Canberra, Commonwealth of Australia and University of Canberra.
- PEDROSO, L.B.; COLESANTI, M.T.M. **Aplicação do protocolo de avaliação rápida de rios em uma microbacia hidrográfica localizada ao sul de Goiás**. *Caminhos da Geografia*, Uberlândia. v.18, n. 64, p. 248-262, 2017.
- PEREIRA, C. D. et. al. **Caracterização da degradação na faixa de proteção legal do rio do Meio, em Florianópolis, Santa Catarina**. Congresso Ibero-Americano e do Caribe sobre Restauração Ecológica, CD-ROM, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Curitiba, PR, 2009.
- PICCOLI, A. S.; KLIGERMAN, D. C.; COHEN, S. C.; ASSUMPCÃO, R. F.; **A Educação Ambiental como estratégia de mobilização social para o enfrentamento da escassez de água**. *Ciênc. saúde colet.* 21 (3) Mar 2016.
- PIMENTA, S. M.; PEÑA, A. P.; GOMES, P. S. **Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da bacia do rio São Tomás, município de Rio Verde-Goiás**. *Sociedade & Natureza*, v. 21, n. 3, p. 393-412, 2009;
- PROJETO MACACU. **Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios GuapiMacacu e Caceribu-Macacu**. Niteroi. RJ: UFF/FEC. 2010. 544p
- PLAFKIN, J.L.; BARBOUR, M.T.; PORTER, K.D.; GROSS, S.K.; HUGHES, R.M. 1989. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish**. Washington, EPA 440-4-89-001.
- PLATTS, W.S.; MEGAHAN, W.F.; MINSHALL, W.G. 1983. **Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions**. Ogden, General Technical Report INT-138, USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- RESH, V.H. & JACKSON, J.K. 1993. **Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates**. In: D. H. Rosemberg & V. H. Resh (eds.) *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York, Chapman & Hall, 195-233p.

RIBEIRO, M. **Água: Tragédia Anunciada.**

Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/artigo/agua-tragedia-anunciada/>>. 2015

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. **Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida.** Revista de Estudos Ambientais, Blumenau, v. 10, n. 1, p. 74-83, 2008.

RODRIGUES, A. S. L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres.** 2008. 146 f. (Mestrado em Ciências Naturais) - Programa de Pós-graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SAITO, C. H.; FRANCO, E. M.; VASCONCELOS, I. P.; GRAEBNER, I. T.; DUSI, R.L. M. **Educação Ambiental na Cachoeira do Morumbi (Planaltina –DF).** Brasília: Ed. da UnB, 2000. 119 p

SAITO, C. H.; Política Nacional de Educação Ambiental e Construção da Cidadania: Desafios Contemporâneos. In: Rusheinsky A, organizador. **E Educação ambiental: abordagens múltiplas.** Porto Alegre: Artmed; 2002. p. 47-72.

SAMPAIO, R. S. d. R. **Direito ambiental: doutrina e casos práticos,** Rio de Janeiro: Elsevier: FGV, 2011.

SEMADS. **Ambiente das águas no estado do Rio de Janeiro.** Cooperação Técnica Brasil Alemanha, Projeto PLANÁGUA-SEMADS/GTZ, 2001. 230 p.

SILVA, C. G. **Monitoramento Participativo com o envolvimento de Comunidade Escolar no Arroio Dornelinhos ,Viamão\RS .**Dissertação (Mestrado em Geografia) .Universidade Federal do Rio Grande do Sul.2017.

OLIVEIRA, A. F. DE. **Planejamento da bacia hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ :Estudo da Paisagem e qualidade ecológica.** Tese (Doutorado em Biociências). Universidade do Estado do Rio de Janeiro -UERJ.2011.

SILVEIRA, M. P. 2004. **Aplicação do biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios.** Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. 68p.

SIRVINSKAS, L. P. **Manual de direito ambiental/ 2 ed.rev. atual e ampl,** São Paulo: Saraiva, 2003.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Observando o Tietê 2019 - O retrato da qualidade da água e a evolução dos indicadores de impacto do Projeto Tietê.** São Paulo, 40 p, 2019.

Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2019/10/observando-rios19tietedigital.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2023

SOUZA, J. P. N. LEITE, R. B. **Alfabetização nos dias atuais: o que mudou dos métodos antigos para os que utilizamos hoje.** Publicado em Brasil Escola: 2003.

Disponível: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/educacao/alfabetizacao-nos-dias-atuaismudou-dos-metodos-antigos-para-que-utilizamos-hoje.htm>. Acesso em outubro/2023

STRAHLER, A. **Geografia Física.** Barcelona: Omega, 1974, 550p

TUCCI C. E. M. 2002. **Gerenciamento da drenagem urbana.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 7:5-25

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez (2003).** 247 p f. Monografia/livro, Recursos Hídricos Conservação - Editora: RiMa/IIE: São Carlos, 2003.

UNESCO; United Nations. **United Nations World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report. 2015.** *Water for a sustainable world.:*

Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>> Acesso em: 24 de jun. 2023.

UPGREN A. 2004. **The Development of an Integrated Ecological Assessment of the Headwaters of the Araguaia River,** Goiás, Brazil. University of Duke, Dissertação de Mestrado.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P.D. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do rio Guandu, Afonso Cláudio, ES.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 17, n.1, p. 161-168, 2012;

WOLKMER, Antonio Carlos; AUGUSTIN, Sergio; WOLKMER, Maria de Fátima S. O "novo" direito à água no constitucionalismo da América Latina. **Revista Inter. Interdisc. INTERthesis,** Florianópolis, SC, v. 9, n. 1, 2012.

XAVIER, A. L.; TEIXEIRA, D. A. **Diagnóstico das nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio São João em Itaúna, MG.** In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil. p. 1-2. 2007.

APÊNDICE A – O Guia Proposto**Monitoramento Participativo
DA ESCOLA AO RIO****SUMÁRIO**

- 1. ÁGUA E DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL...78**
 - 2. CICLO DA ÁGUA...81**
 - 3. O QUE É UM RIO...83**
 - 4. BACIA HIDROGRÁFICA...84**
 - 5. CARACTERÍSTICAS DE UM RIO...85**
 - 6. POLUIÇÃO DOS RIOS...91**
 - 7. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS...95**
- FORMULÁRIO** - Protocolos de avaliação rápida adaptados para uso em escolas...100
- GLOSSÁRIO...104**
- REFERÊNCIAS...107**

APRESENTAÇÃO

Olá, Professora! Olá, Professor!

Como sabemos, as crescentes ações humanas têm impactado os ecossistemas, desestruturando suas funções como sistema natural e, conseqüentemente, ocasionando perdas e alterações da biodiversidade. Algumas espécies mais sensíveis e exigentes em requisitos ambientais desaparecem, enquanto outras mais resistentes se beneficiam das alterações para crescerem em abundância provocando um desequilíbrio ambiental.

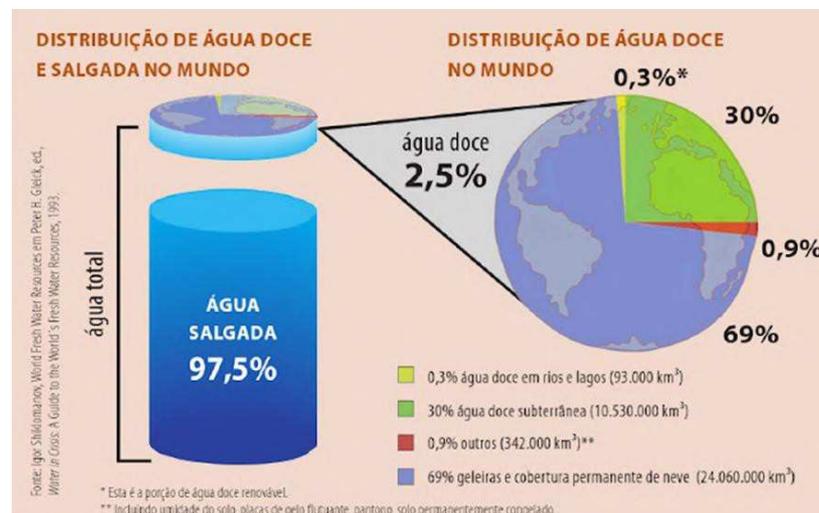
A degradação do meio ambiente vem comprometendo a qualidade de vida e restringindo inclusive o fornecimento de água potável para a população. Dessa forma, surge a necessidade de promover uma educação ambiental sem barreiras a respeito de nossos ambientes naturais, que são nosso patrimônio.

Assim, este material didático foi desenvolvido para dar suporte aos professores e para ser utilizado de forma pedagógica, trazendo informações relevantes sobre recursos hídricos e monitoramento participativo, numa vertente interdisciplinar. E tem como objetivo principal promover nos alunos a percepção ambiental e a importância da água.

1 ÁGUA E DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL

Apesar do nosso planeta se chamar Terra, aproximadamente 70% da sua superfície é coberta por águas de rios e oceanos. De toda a água do nosso planeta, 97,5% é salgada, e o que resta (2,5%) é doce. Da parcela de água doce, 68,9% podem ser encontrados em geleiras, calotas polares ou regiões montanhosas, 29,9% são águas subterrâneas, 0,9% na umidade do solo e apenas 0,3% em rios e lagos. Toda essa água não está dividida igualmente sobre o globo (ANA, 2018).

Figura 1: Distribuição mundial da água



Fonte: <http://www.webgeo.net.br/2022/03/distribuicao-de-agua-pelo-mundo.html>.

Como vimos, as águas doces constituem uma porção muito pequena (2,5%) do total de água no planeta. No entanto, a disponibilidade de água doce é fundamental para os usos e para a economia de municípios, regiões e países. Rios e lagos constituem importantes reservas de água, com diversas finalidades e estão localizados em todos os continentes (Tundisi, 2003).

MÃO NA MASSA

Você percebeu no gráfico apresentado na Figura 2 que da água total do planeta, 97 % é somente de água salgada e 2,5% de água doce, mas qual será a disponibilidade para nosso consumo?

Observe o gráfico abaixo e redesenhe somente o gráfico de água doce:

Figura 2: Distribuição de água doce



Fonte: <https://aguascomvida.blogspot.com/p/agua-no-planeta-agua-desempenha-um.html>

Já que compreendeu quanto temos de água doce disponível, discuta com sua turma porque o apelido PLANETA ÁGUA é enganoso e escreva um texto sobre o assunto:

2 CICLO DA ÁGUA

O ciclo da água se inicia através da energia solar que ao aquecer as águas dos rios, lagos, oceanos e das folhas das plantas (**evapotranspiração**), faz com que essa água evapore e suba para a atmosfera (**evaporação**) e é esse vapor que vai formar as nuvens (**condensação**), que ao atingirem condições e temperaturas adequadas, caem no solo em forma de chuva, neve ou granizo (**precipitação**). A parte líquida dessa precipitação escorre pela superfície do solo ou é absorvida pelo solo, dessa forma abastecendo os aquíferos e reservatórios subterrâneos (**infiltração**), que por sua vez formam os rios e os lagos (Linhares, 2016).

Figura 3: Ciclo hidrológico.



Fonte: <https://depositphotos.com/br/photos/ciclo-da-%C3%A1gua.html>

MÃO NA MASSA

Vamos ver na prática como funciona o ciclo água?

Os passos abaixo vão lhe instruir na construção de um **Terrário**. (Barros,2013) Siga os passos abaixo:

1º passo: Pegue duas garrafas pet (tipo de refrigerante) que sejam transparentes. Corte uma em cerca de 3/4 de seu corpo e a outra 1/4. Utilize a maior para fazer a montagem.

2º passo: Dentro da garrafa, coloque as pedrinhas de aquário primeiro, depois pedacinhos de carvão e, por último a terra. Nivele cada camada. As três camadas representam as condições de um solo ideal. A de terra serve para nutrir a planta, pois é nela que estão os sais minerais para o seu crescimento. Já as pedras e o carvão servem para drenar a água. Com a pá ou com a mão abra um buraco na camada da terra para plantar a mudinha.

3º passo: Molhe com cuidado a terra, feche com a garrafa pet menor (como se fosse uma tampa) de modo que ela fique por dentro da outra que serviu de base. Você pode vedar com fita crepe ou com durex.

Figura 4: Ilustração de um terrário.



Fonte: <https://edukatu.org.br/tags?id=texto&page=26>

O que aprenderemos com a atividade:

Assim que a garrafa for fechada, o ciclo da água começa. A água ajuda a planta a retirar os sais minerais da terra e penetra na planta pela raiz, então é liberada através das folhas por meio da evaporação. O ambiente não conseguirá absorver o vapor que ficará nas paredes e tetos da garrafa. Quando essa umidade chegar ao ponto de saturação, ocorrerá uma espécie de chuva que devolverá a água na terra novamente.

Avaliação da atividade prática:

A observação desse fenômeno será melhor no dia seguinte, ou em uma próxima aula.

Após a construção do terrário, permita ao grupo um momento para observação do que foi feito:

- Como acontece o ciclo da água?
- Qual a importância desse ciclo para nós?
- Quais são as fases da água?
- Para quais situações cotidianas da vida a água é utilizada?
- Quais as consequências da poluição da água?
- Como são formados os lençóis freáticos e como ocorre sua poluição?
- Entre outras perguntas que surgirem.

3 O QUE É UM RIO?

Até aqui vimos a disponibilidade da água e seu ciclo e descobrimos como é a formação dos rios, mares e oceanos.

Agora, vamos conhecer o que é um Rio.

Os rios são cursos de água doce que cortam o território terrestre e possuem uma grande importância na manutenção do equilíbrio ecológico e conservação da vida no planeta. Como mostra a figura 5 o rio Macacu, um rio de extrema importância para a região da cidade de Cachoeiras de Macacu, tanto como um ecossistema com suas devidas funções ao ambiente como para oferecer serviços ecossistêmicos.

Figura 5: imagem do rio Macacu



Fonte: A autora, 2023.

Os rios normalmente são formados por pequenos córregos oriundos de nascentes ou de degelo de neve, geralmente ocorrem nos pontos mais altos do relevo (montanhas ou morros) e correm pela superfície, formando uma rede de cursos de água, também chamada de **rede hidrográfica**.

Os rios constituem um importante ecossistema aquático que possibilita a manutenção do equilíbrio ecológico e a conservação da vida no planeta. A região de drenagem de um rio, em conjunto com as formas de relevo e a rede de afluentes, é chamada de bacia hidrográfica (PIROLI, 2022).

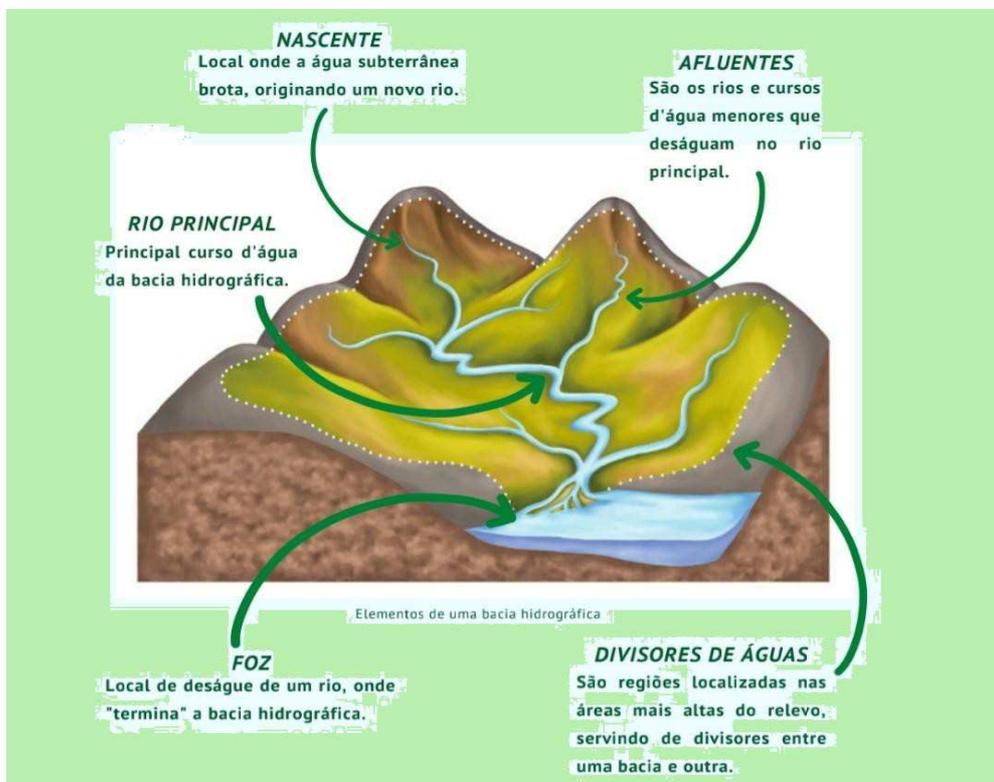
4 BACIA HIDROGRÁFICA

Bacia hidrográfica é a área onde, por conta do relevo, a água da chuva escorre para um rio principal e seus afluentes. A forma das terras na região da bacia faz com que a água corra por riachos e rios menores para um mesmo rio principal, localizado num ponto mais baixo da paisagem.

Desníveis dos terrenos orientam os cursos d'água e determinam a bacia hidrográfica, que se forma das áreas mais altas para as mais baixas. Ao longo do tempo, a passagem da água da chuva vinda das áreas altas desgasta e esculpe o relevo no seu caminho, compondo vales e planícies.

As bacias hidrográficas possuem alguns elementos básicos, que também são chamados de **estruturas da bacia** como mostra a figura 6 aos quais são: nascente, rio principal, divisor de águas, afluentes e foz ou **exutório** (CARVALHO, 2006).

Figura 6: Elementos básicos de uma bacia hidrográfica.



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/bacia-hidrografica.htm>.

MÃO NA MASSA

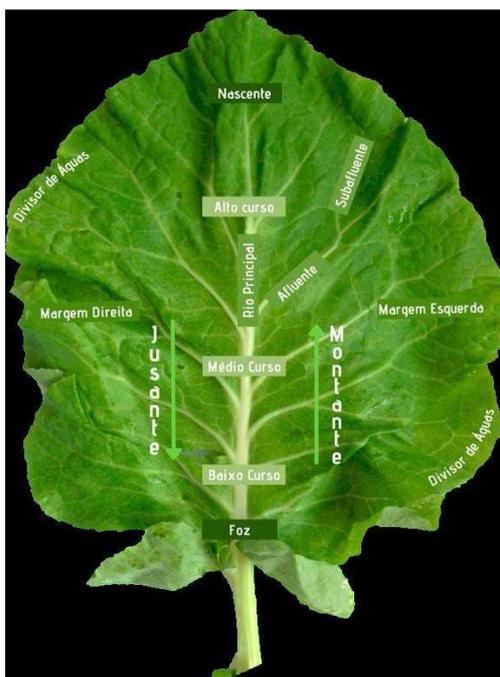
Usando uma folha de árvore, uma folha de papel sulfite e lápis de cor, podemos melhorar a compreensão de uma bacia hidrográfica:

- Tire a impressão da folha da árvore em papel sulfite com o lápis amarelo. Defina com o lápis marrom o contorno da folha e descubra o **divisor de águas**. A parte amarela é a região de terras banhadas pelo conjunto de águas.
- Em seguida, reforce com o lápis azul todas as nervuras da folha, tanto a principal, como as secundárias. Está marcado o **rio principal** e seus **afluentes**.
- No extremo final da folha, marque com um ponto de lápis de cor vermelho, indicando a **nascente ou cabeceira** do rio principal.
- No extremo do pedúnculo da folha, que fica mais alargado, marque a **foz ou desembocadura**.

Pronto, você representou uma bacia hidrográfica, com todos os seus componentes. Assim como no mapa, as bacias têm formas diferentes, dependendo do curso do rio principal e de seus afluentes, as diferentes formas das folhas fazem a mesma representação.

Agora fica fácil conceituar bacia hidrográfica, você não acha?

Figura 7: Representação da bacia hidrográfica a partir da folha de couve



Fonte: A autora 2023.

Observação: Outra dica é usar a folha da couve para desenhar a bacia usando alfinetes e papel em sua superfície.

A couve possui um caule principal, caules secundários e terciários, da mesma forma que uma bacia principal, seu afluentes subafluente

5 CARACTERÍSTICAS DE UM RIO

Figura 8: Imagem de um rio possivelmente não modificado pela ação humana



Fonte: <https://www.istockphoto.com/>

- a. Um rio é um recurso natural, um curso de água doce que corta a superfície terrestre;
- b. Todos os rios nascem através do brotamento de água por nascentes (lençol freático);
- c. As águas de várias nascentes se encontram e formam um pequeno riacho, que depois se une a outros, correndo pelo solo em direção aos terrenos mais baixos;
- d. O solo nas margens do rio é geralmente coberto de vegetação, sendo uma constante relação entre o solo e a água. O solo fornece à água os sais minerais e, ao mesmo tempo, o rio fornece água às plantas, que por suas raízes fixam o solo, impedindo a erosão e o desbarrancamento;
- e. Em condições naturais, a água é límpida, não possui muitos sedimentos e nenhum elemento que possa fazer com que seja poluída. Ela pode possuir uma cor ligeiramente amarelada, por causa do húmus (produto resultante da matéria orgânica decomposta) e produtos de decomposição das folhagens no solo. Em se tratando de oxigênio dissolvido quando está na forma límpida possui em sua composição o oxigênio de forma equilibrada, caso não receba esgotos e outros

resíduos em decomposição. No rio podemos encontrar também, uma biodiversidade muito grande que vai de minúsculos animais a outros maiores, como peixes. Se num rio você encontrar uma grande biodiversidade de animais e algas pode se dizer que este é um ambiente natural que está em equilíbrio;

f. Através dessas indicações, a caracterização da qualidade das águas de um rio pode ser feita por simples observação visual e emprego de outros sentidos, como olfato e sensação térmica. No entanto nem sempre a poluição de um rio é visível a olho nu.

Figura 9: Imagem de um rio visualmente alterado pela ação antrópica



Fonte: <https://www.istockphoto.com> Considerando com condições naturais alteradas

- 1 Recebe em suas águas diversos tipos de resíduos e contaminantes, bem como agentes biológicos. Esses contaminantes podem ser prejudiciais ao solo, à fauna, à flora e às atividades humanas;
- 2 Nas cidades que se concentram um número maior de pessoas e indústrias, o que reúne uma infinidade de fontes poluidoras, tanto na forma de lixo, esgoto doméstico como de efluentes industriais;
- 3 O uso indiscriminado de agrotóxicos (pesticidas, herbicidas e inseticidas) e de fertilizantes pela agricultura também provoca a poluição nos rios, pois os resíduos provenientes desta atividade, são levados pela água da chuva ou da irrigação, para os rios e os mananciais ou penetram no solo atingindo os lençóis freáticos;
- 4 Além dessas causas citadas acima, podemos perceber um rio está alterado quando:
 - α. Há ausência de vegetação nativa às margens do rio (Mata Ciliar).
 - β. Verifica-se pontos de erosão das margens.
 - χ. Sente-se mal cheiro (odor) na água.

- δ. A água tem um aspecto oleoso.
 - ε. A água se apresenta com uma cor amarronzada (elevada turbidez)
- 5 Presença de plantas aquáticas em grande quantidade.

MÃO NA MASSA

Cientista por um dia

As fotos abaixo representam um rio alterado pela ação do homem e um com as características naturais preservadas. Você analisará as características destes rios preenchendo a tabela a seguir.

Figura 10: Rio 1

Figura 11: Rio 2



Fonte: <https://www.istockphoto.com>.

Preencha a tabela com sim ou não

Condição ambiental	Rio 1	Rio 2
Tem cobertura vegetal		
Ocupação urbana as margens		
Pode perceber a cor do rio		
Existe deposição de lixo ao longo do percurso do rio?		
Percebe ações antrópicas (atividades do homem)		

Descreva aqui o que você percebeu nos dois rios:

Vamos aprofundar um pouco mais sobre os processos e as características de um rio....

MATA CILIAR

As matas ciliares são formações vegetais que ocorrem ao longo dos cursos d'água, ou seja, às margens dos rios, lagos, lagoas, córregos, represas, entre outros. Essas matas são muito importantes, pois protegem esses ambientes aquáticos. A mata ciliar recebeu esse nome justamente para estabelecer um comparativo com a função que os cílios possuem para os nossos olhos (GUERRA, 2012).

Figura12: Imagem ilustrativa de Mata ciliar



Fonte: <https://www.istockphoto.com>.

Pode-se dizer que as matas ciliares representam uma proteção natural dos cursos d'água. Este processo ocorre quando essas matas, através de suas raízes, seguram o solo das margens dos rios, evitando que ocorra erosão.

Viu só como essa mata é importante?

FUNÇÕES

- Controle da erosão nas margens dos cursos d'água e evitar assim o assoreamento dos mananciais;
- Minimiza os efeitos de enchentes;
- Mantém a quantidade e a qualidade das águas;
- Filtra os resíduos de produtos químicos como agrotóxicos e fertilizantes;
- Auxilia na proteção da fauna e flora do ecossistema aquático.

EROSÃO

A erosão consiste no processo de desgaste, transporte e sedimentação das rochas e, principalmente, dos solos. Ela pode ocorrer por processos naturais, que costumam ser mais lentos e de menor impacto, e por processos antrópicos, entre os quais as erosões aceleradas nas margens do rio também chamadas de erosões fluviais (GUERRA,2012).

Erosão Fluvial é o desgaste provocado pelo curso dos rios quando ele excede a sua calha e avança sobre as margens, bem como quando a vegetação ciliar é removida e desprotege o relevo ao redor dos cursos d'água, conforme ilustra a figura a seguir:

Figura 13: Rio com problemas de erosão fluvial.



Fonte: <https://www.istockphoto.com>.

ASSOREAMENTO DE UM RIO

Assoreamento é o processo em que cursos d'água são afetados pelo acúmulo de sedimentos, o que resulta no excesso de material sobre o seu leito. Originalmente, esse é um processo natural, mas que é intensificado pelas ações humanas, sobretudo a partir da remoção da vegetação das margens dos rios (GUERRA, 2012).

Figura 14: Remoção da mata ciliar



Fonte: <https://hypeverde.com.br/o-que-sao-matas-ciliares/>

O processo de assoreamento costuma ocorrer da seguinte forma:

- Com as chuvas, o solo é lavado, ou seja, a sua camada superficial é removida, e os sedimentos (partículas de solo e rochas) são transportados por escoamento em direção aos rios, onde são depositados. Quando não há obstáculos para esses sedimentos, função geralmente exercida pela vegetação, uma grande quantidade é depositada no fundo das redes de drenagem (GUERRA,2012).
- Esse material depositado é levado pelo próprio rio e, quando encontra locais mais planos, onde a velocidade do curso d'água diminui, deposita-se no fundo, acumulando e, eventualmente, formando bancos de areia ao longo do curso d'água. Quando a quantidade de sedimentos é muito grande eles são transportados por rolamento (no fundo dos rios) ou se acumulam no leito, trazendo prejuízos ao escoamento fluvial (GUERRA, Op. Cit.).

6 POLUIÇÃO DOS RIOS

Esgoto doméstico

Um dos maiores poluidores de um rio é o despejo do esgoto no seu leito e isso faz com que o rio comece a mudar sua cor: deixando de ser transparente e passando a ter uma cor amarronzada. Outra característica de um rio com despejo de esgoto é o mau cheiro, ficando nítido o mau cheiro quando há despejo em grande quantidade.

Além disso, o esgoto em grande quantidade promove a Eutrofização.

Esse processo é ocasionado pelo aumento da carga de nutrientes e/ou matéria orgânica em um determinado corpo hídrico, o que resulta no aparecimento de algas e cianobactérias e, com o passar do tempo, especialmente em ambientes com pouca renovação das águas, pode levar à morte da fauna e da flora (ESTEVES, 2011).

Figura15: Processo de Eutrofização



Fonte: <https://www.facebook.com/aguasualinda/photos/a.393790754123352.1073741828.393341070834987/748351645333926/?type=3&theater>

Principais consequências da eutrofização

- Água perde sua transparência natural. Ela pode ficar com a cor esverdeada ou até azulada, provocada, principalmente, pelo aumento de algas;
- Ocorre um crescimento de vegetais na água, principalmente de plantas que vivem na superfície como algas;
- O oxigênio fica reduzido na água e o processo pode provocar o desequilíbrio ecológico do ecossistema existente na água do local, provocando a morte de peixes; Essa água que passa pelo processo de eutrofização ou eutroficação não é adequada para o consumo humano e nem para banho,

podendo provocar doenças a quem consumir ou entrar em contato com esta água contaminada.

MÃO NA MASSA

Construindo um Simulador de Erosão

Você vai precisar de alguns materiais:

- 3 garrafas PET (2L) para acomodar os solos;
- 3 copos de garrafas PET (2L) para coletar o material erodido;
- 1 garrafa PET (1L) cheia de água, que irá funcionar como regador para simular a chuva;
- 2 kg de solo;
- 1 tufo de grama viva;
- Restos vegetais mortos (folhas secas).

Procedimentos

- I. Cortar um retângulo na parte superior das três garrafas PET de 2L, com o auxílio de tesoura com ponta;
- II. Cortar as outras três garrafas PET de 2L ao meio, preservando a parte inferior (copo);
- III. Na primeira garrafa, coloca-se uma touceira de grama com solo;
- IV. Na segunda garrafa, colocar 2 kg de solo, até aproximadamente a altura da tampa da garrafa e, em seguida, colocar os restos de plantas na superfície até cobrir completamente o solo;
- V. Na terceira garrafa, colocar cerca de 2 kg de solo, e manter somente o solo sem nenhuma cobertura;
- VI. Colocar sobre uma mesa, que possa ser molhada, as três garrafas montadas lado a lado e levemente inclinadas (Figura 16), de modo a simular a declividade do relevo;
- VII. Posicionar os três copos cortados, embaixo da boca de cada uma das garrafas plásticas (Figura 16);
- VIII. Adicionar água, com um regador, através da abertura retangular feita na parte superior de cada garrafa plástica, simulando a chuva (Figura 16).

Figura 16: Imagem ilustrativa do simulador de erosão.



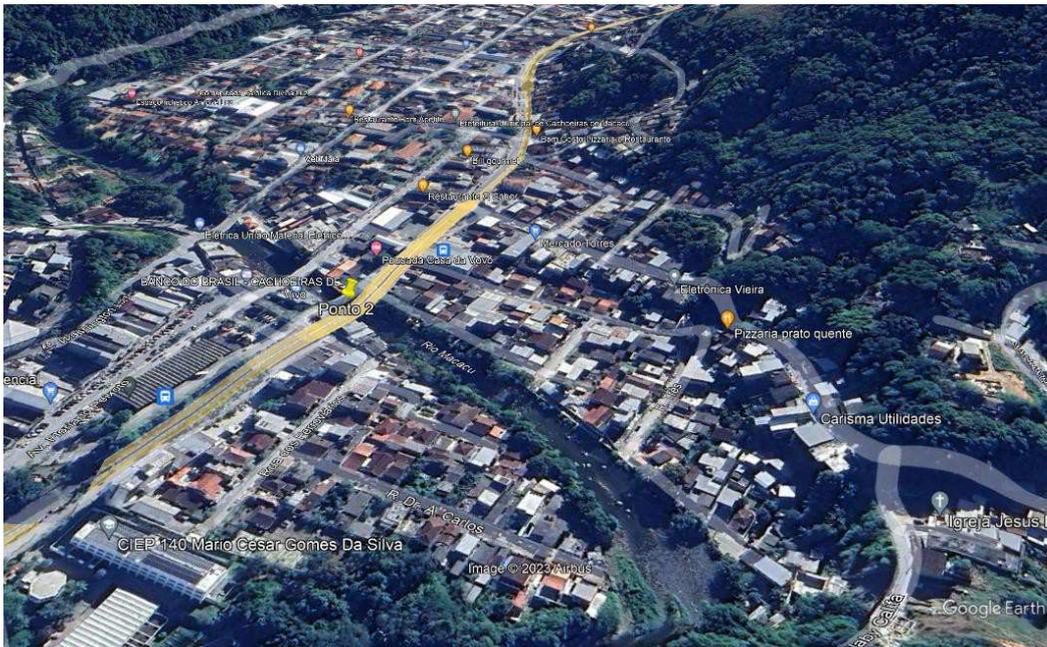
Fonte: <https://solonaescola.blogspot.com/2011/11/experimentos-6.html>

Após a confecção e a simulação, descreva o que foi percebido pelos seus alunos.

CONHECENDO O RIO DA SUA CIDADE

Disponibilize uma imagem de satélite de uma área de bacia escolhida ou da localidade de sua turma feita através do programa Google Earth. Se for possível, utilize o projetor para que todos os alunos consigam visualizar e participar dos questionamentos.

Figura 17: Imagem ilustrativa de uma imagem de satélite.



Fonte: Google Earth.

A partir da imagem acima, faça algumas perguntas para os seus alunos:

- Você conhece essa área?
- O que ela está representando?
- Que elementos se destacam na imagem?
- Você consegue identificar a presença de um rio nessa imagem?
- Quais elementos naturais aparecem na imagem?
- Existe a intervenção humana nesse lugar? De que forma?

ANALISANDO UMA BACIA HIDROGRÁFICA

Vamos lá:

- Localize o rio ou córrego mais próximo da escola e pesquise informações acerca da extensão do mesmo e os outros municípios que são cortados por ele;
- Verifique como o rio está sendo utilizado (irrigação, abastecimento urbano, lazer, produção de energia elétrica, etc...).

Respondendo algumas perguntas:

Pergunta	Resposta
Quais os rios que formam a bacia hidrográfica?	
Quais os municípios que a bacia abrange?	
Qual tipo de vegetação tem na região da bacia?	
Que tipo de ocupação urbana você percebe na região da bacia?	
Na região da bacia possui alguma indústria próxima ao rio?	
Onde está localizada a nascente do rio da bacia estudada?	

Monitoramento Participativo

Segundo Ribeiro (2015), os rios brasileiros refletem de forma nítida a forma que a gestão da água é tratada no país. Neste sentido, a tomada de consciência, por parte da sociedade, no que diz respeito ao seu papel frente ao planejamento e gestão dos recursos hídricos passa a ser fundamental, visto que o futuro desses cursos d'água depende da postura cidadã dos dias de hoje, o que se dá mediante a participação e percepção.

A Gestão Social das Águas pode ser concretizada de maneira consciente por meio da Educação Ambiental com ênfase em gestão dos recursos hídricos, tendo o PARs (Protocolos de Avaliação rápida de Rios) como instrumento prático de monitoramento pelas comunidades locais.

É necessário criar ferramentas que envolvam a sociedade na temática da gestão dos recursos hídricos e é neste contexto que os PARs se tem mostrado uma importante ferramenta de monitoramento ambiental, pois sem o devido monitoramento torna-se impraticável uma gestão efetiva dos Recursos Hídricos.

Então vamos compreender o que é Protocolo de Avaliação rápida de Rios.

7 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS (PARs)

Os Protocolos de Avaliação Rápida de Rio são instrumentos utilizados na verificação da qualidade ambiental e que apresentam uma visão holística levando em consideração a análise integrada dos **ecossistemas** através de uma metodologia simples e de rápida aplicação (RODRIGUES et al., 2008).

Mas o que é um Protocolo de Avaliação Rápida de Rio?

Diante da crescente necessidade de monitorar e avaliar as alterações ambientais dos ecossistemas fluviais surgiu o **Protocolo de Avaliação Rápida de Rio**. Esses protocolos foram adequados para fornecer dados básicos sobre a qualidade da água, vida aquática e gerenciamento de recursos hídricos.

Os **Protocolos de Avaliação Rápida de Rios** são ferramentas de avaliação rápida que reúnem métodos qualitativos e semi-quantitativos de um conjunto de variáveis que representam os componentes e fatores que controlam e determinam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais.

Você sabia?

O **Protocolo de Avaliação Rápida de Rio** é uma alternativa interessante para ser usada em projetos e programas de Educação Ambiental. De forma geral, os protocolos podem ser aplicados tanto por analistas ambientais como por estudantes ou voluntários não qualificados, desde que devidamente treinados. Uma maneira de tornar esses instrumentos ainda mais úteis seria a adequação dos mesmos para fins de utilização em atividades educativas ligadas à preservação dos ambientes fluviais.

O protocolo nada mais é, que uma tabela com parâmetros (com características do rio) e para ser aplicado é necessário definir tais parâmetros e assim aplicá-lo. Abaixo segue uma tabela com exemplo de aplicação de protocolo e um quadro com a descrição dos parâmetros definidos.

Quadro 1- Parâmetros e sua descrição

Parâmetros	Descrição
1.Tipo de ocupação de margens	Esse parâmetro faz a verificação da principal atividade nas margens do corpo d'água, como: vegetação natural, campo de pastagem, agricultura, monocultura, reflorestamento, residências, comércio ou indústrias.
2.Impactos antrópicos nas margens	Já este parâmetro faz a verificação das atividades humanas que provoca impactos nas margens do rio .-
3.Impactos antrópicos no leito	Este parâmetro faz a verificação das atividades humanas que podem impactar o leito do rio. -
4.Odor da água e sedimento	O parâmetro 10 refere-se à percepção do cheiro de esgoto (ovo podre), de óleo e/ou de gasolina na água do trecho avaliado.
5.Oleosidade de sedimento	Analisa a presença de manchas de óleo no leito do rio.
6.Presença de plantas aquáticas	Respeito a presença de plantas aquáticas submersas, parcialmente submersas e flutuantes, visto que aquáticas respondem a alterações ambientais e podem ser usadas como parâmetro para monitorar a qualidade da água.
7.Tipo de fundo	Verifica como é o fundo do rio, se possui lama, muitas pedras, etc...
8.Diversidade de habitat	Este parâmetro refere-se à verificação da presença de diversos habitat. A diversidade de habita permite um maior equilíbrio no ecossistema.
9.Deposição de lama	Verifica como está a quantidade da deposição de lama.
10.Alterações do canal do rio	Verifica-se se há alteração do canal, se foi canalizado, se há construções que impedem o escoamento das águas para o rio.
11.Presença de mata ciliar	Estima a quantidade de vegetação disponível ao longo das margens.
12.Estabilidade das margens	Verifica se as margens estão de forma estável, ou seja, se estão de acordo para proteção do leito do rio.

Abaixo um exemplo de um Protocolo de Avaliação de rios já aplicado:

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d' água (principal atividade)	4	0	0	0	0	2
2. Impactos antrópicos na margem	4	0	2	0	0	2
3. Impactos antrópicos no leito	4	0	2	2	2	2
4. Odor da água e/ou do sedimento	4	0	2	0	0	2
5. Oleosidade da água e/ou do sedimento	4	0	2	0	0	2
6. Presença de plantas aquáticas	4	0	2	0	0	2
7. Tipo de fundo	4	2	2	2	2	4
8. Diversidade de habitats	4	4	4	4	4	4
9. Deposição da lama	4	2	2	2	2	2
10. Alterações no canal do rio	4	4	4	4	4	4
11. Presença de mata ciliar	4	4	4	4	4	4
12. Estabilidade das margens	4	2	2	2	2	2
SOMA TOTAL	52	20	30	22	22	34
RESULTADO	Natural	Impactado	Alterado	Impactado	Impactado	Natural

Pontuação

Nível de Perturbação

0 – 22	Impactado
23 – 32	Alterado
> 32	Natural

Para saber mais:

No exemplo de protocolo a análise foi feita em 6 pontos ou 6 trechos e para cada um dos parâmetros analisados, a autora da análise, atribuiu valores correspondentes à situação verificada no local da avaliação, variando de uma situação “ótima” (nota 4), “boa” (nota 2) e uma situação “ruim” (nota 0). E assim com a soma dos valores de cada parâmetros atribuídos verificou-se a condição ambiental do local.

Vale destacar algumas informações na aplicação do protocolo:

- Selecionar pontos para aplicação para análise e que tenha uma facilidade de acesso. É importante selecionar pontos que possuem impactos antrópicos e outros não para avaliar o grau de qualidade ambiental.
- Adequar o protocolo levando em consideração a definição de quais parâmetros presentes nos protocolos referências (que serão disponibilizados aqui). Ao adequar, há a necessidade de fazer uma análise de quais parâmetros serão mantidos ou excluídos e quais podem ser incluídos. Cada bacia

hidrográfica possui suas especificidades.

- Categorização do gradiente de estresse ambiental condizente com as notas e essas com as possíveis condições ambientais dos trechos (“ruim”, “boa” ou “ótima”).
- O professor também deve fazer adequação da linguagem da descrição dos parâmetros abordados no PAR, compatível ao nível de escolaridade dos alunos (ensino fundamental ou médio)
- Antes do trabalho de monitoramento o professor pode criar oficinas para ampliar seus conhecimentos específicos sobre monitoramento ambiental e funcionamento dos sistemas fluviais, também para avaliar a aplicabilidade do PAR adequado, de modo a identificar possíveis falhas, adequá-las e, por fim, consolidar o protocolo.

E aí já compreendeu o que é Protocolo de Avaliação Rápida de Rios?

Na próxima seção você terá um passo a passo para usar este método com seus alunos.

Antes de ir de fato a aplicação do Protocolo seguem as seguintes sugestões:

- 1) Fazer uma oficina em sala de aula demonstrando para os alunos alguns conceitos como ecossistema, rios, impactos ambientais. Leve para sala de aula imagens de rios em áreas naturais e rios degradados como mostra nas figuras abaixo:

Figura 19: Rios impactados.



Fonte : Shutterstock.com

Figura 20: Rios de forma natural.



Fonte : Shutterstock.com

2) Após promover a discussão e fazer com que os alunos compreendam como pode fazer uma análise num ecossistema como um rio, explique aos alunos de uma forma simples o que é o PROTOCOLO e os parâmetros que os alunos irão avaliar na atividade de campo.

É interessante que o professor monte um tipo de cartão explicativo de cada parâmetro.

3) E assim vamos aplicar o protocolo em saída de campo:

A seguir temos dois modelos de Protocolos de Avaliação Rápida de rios:

FORMULÁRIO - Protocolos de avaliação rápida adaptados para uso em escolas:

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE		
Localização:		
Coordenadas:		
Data da coleta:		Hora da coleta:
Tempo (situação do dia)		
Modo de coleta (coletor):		
Tipo de ambiente: () Córrego () Rio		
Nome do Rio:		
Largura média do corpo d'água:		
Profundidade média:		
Temperatura da água:		
Choveu nos últimos 7 dias? () Sim () Não		
1: Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade).		
Ótima	Boa	Ruim
Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
Trecho 1: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 2: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 3: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
2: Depósitos sedimentares no fundo do rio.		
Não se observam acúmulo de lama ou areia no fundo do rio. É possível visualizar pedras/cascalhos e plantas no fundo.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; pequena deposição nos remansos.	O fundo do rio apresenta muita lama ou areia, cobrindo galhos, troncos, cascalhos (pedras). Não se observam abrigos naturais para os animais esconderem-se ou se reproduzirem.
Trecho 1: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 2: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 3: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
3: Alteração do canal do corpo d'água.		
Ausência ou mínima presença de canalizações e dragagens. O curso d'água segue com padrão natural.	Presença de alguma canalização, em geral em área de apoio de pontes ou canalizações antigas.	Margens revestidas com cimento e cerca de 80% do curso d'água encontram-se canalizados.
Trecho 1: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 2: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 3: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
4: Erosão.		
Não existem desmoronamento	Apenas um dos barrancos do rio está desmoronando.	Os barrancos dos rios, nas duas margens, estão desmoronando. Há muitos deslizamentos.

Trech) 10 pontos o 1: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 2: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 3: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
5: Lixo.		
Não há lixo no fundo ou nas margens do rio.	Há pouco lixo doméstico no fundo ou nas margens do rio (papel, garrafas <i>pet</i> , plásticos, latinhas de alumínio etc.).	Há muito lixo no fundo ou nas margens do rio.
Trech) 10 pontos o 1: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 2: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 3: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
6: Esgoto doméstico ou industrial.		
Não se observam canalizações de esgoto doméstico ou industrial.	Existem canalizações de esgoto doméstico ou industrial em alguns trechos do rio.	Existem canalizações de esgoto doméstico e industrial em um longo trecho do rio ou em vários trechos.
Trech) 10 pontos o 1: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 2: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 3: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
7: Presença de plantas aquáticas.		
Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p.ex. aguapé).
Trech) 10 pontos o 1: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 2: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 3: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
8: Presença de mata ciliar.		
Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos; mínima evidência de desmatamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa arbórea ou arbustiva; desflorestamento evidente, mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado ou ausência de mata ciliar.
Trech) 10 pontos o 1: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 2: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
Trech) 10 pontos o 3: (	( ) 5 pontos	() 0 ponto
9: Presença da fauna.		
Observam-se, com facilidade, peixes, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou insetos aquáticos no trecho avaliado.	Observam-se apenas alguns peixes, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou insetos aquáticos no trecho avaliado.	Não se observam peixes, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou insetos aquáticos no trecho avaliado.
Trech) 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto

o 1: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
o 2: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
o 3: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto

10: Oleosidade da água.		
Não se observam manchas de óleo na superfície da água.	Moderada. Presença de algumas manchas de oleosidade espalhadas.	Abundante. Observam-se muitas manchas de óleo na água.
Trecho 1: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 2: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 3: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
11: Odor da água.		
Não tem odor.	Odor moderado de esgoto (ovo podre) ou industrial.	Odor forte de esgoto (ovo podre) ou industrial.
Trecho 1: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 2: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 3: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
12: Turbidez da água.		
Ausência de matéria em suspensão na água. Água clara, quase transparente.	Água amarelada turva.	Água escura opaca, voltada para a cor marrom ou marrom avermelhada. Presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte ou substâncias orgânicas.
Trecho 1: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 2: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 3: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
13: Presença de materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais.		
Visualmente ausentes.	Presença de materiais flutuantes em pouca quantidade.	Presença de materiais flutuantes em grande quantidade.
Trecho 1: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 2: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto
Trecho 3: () 10 pontos	() 5 pontos	() 0 ponto

Categorias das condições	Pontuações
<i>Natural</i>	130-79
<i>Alterado</i>	78-53
<i>Impactado</i>	52-0

Formulário para aplicação do Protocolo

Parâmetros	Categorias e Pontuações		
	Ótima	Boa	Ruim
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade).	10	5	0
2. Depósitos sedimentares no fundo do rio.	10	5	0
3. Alteração do canal do corpo d'água.	10	5	0
4. Erosão.	10	5	0
5. Lixo.	10	5	0
6. Esgoto doméstico ou industrial.	10	5	0
7. Presença de plantas aquáticas.	10	5	0
8. Presença de mata ciliar.	10	5	0
9. Presença da fauna.	10	5	0
10. Oleosidade da água.	10	5	0
11. Odor da água.	10	5	0
12. Turbidez da água.	10	5	0
13: Presença de materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais.	10	5	0
Soma dos pontos			
Total (soma dos pontos ótima + boa + ruim)			
Categorias das condições	Pontuações		
<i>Natural</i>	130-79		
<i>Alterado</i>	78-53		
<i>Impactado</i>	52-0		

GLOSSÁRIO

Afluentes: os afluentes são rios, córregos e cursos d'água menores que desaguam em um rio maior, contribuindo para o seu fluxo e volume

Areia no fundo do rio: areia que fica no fundo de rios que são oriundas da fragmentação das rochas pela ação da água.

Bacia hidrográfica: O conceito de bacia hidrográfica remete para toda a área da superfície terrestre que é drenada pela rede hidrográfica.

Canalizações: é o conjunto de modificações no leito e no trajeto dos rios, ribeirões e córregos, é a construção ou estrutura de transporte de algo através de tubos ou canos.

Cascalho: O cascalho é uma agregação de fragmentos de rocha, formando um sedimento com certa variação de tamanho.

Contaminantes: são substâncias ou agentes que estão presentes em um ambiente de forma indesejada e que podem causar danos, poluição ou contaminação a esse ambiente, a organismos vivos ou a sistemas naturais e artificiais. Eles podem ser de origem natural, como vulcões liberando cinzas na atmosfera, ou de origem humana, como poluentes industriais lançados em rios.

Campo de pastagem: é um tipo de campo onde há boa erva para o gado (vacas, cavalos, ovelhas), e o gado é levado para lá para pastar, isto é, para se alimentar da erva.

Comercial: que se refere ao comércio, à compra e venda de produtos; local em que há muitas lojas para compra e venda de produtos e ainda local onde oferece serviços aos clientes.

Dragagens: é um procedimento de escavação que ajuda a retirar os sedimentos (terra, areia, rochas, lixo) do fundo dos rios, lagos, portos, oceano e lagoas industriais por meio de diversos métodos e tecnologias.

Desmoronamento ou deslizamento dos barrancos do rio: é um fenômeno provocado pelo escorregamento de solos, rochas, vegetação e/ou material de construção ao longo de terrenos inclinados, denominados de encostas.

Divisor de águas: Uma divisória de águas ou linha de separação de águas designa um limite geográfico que separa um território em duas ou mais bacias hidrográficas distintas.

Ecossistema aquático: Os ecossistemas aquáticos são os que abrangem os ambientes de água. Eles incluem desde um pequeno corpo de água até os oceanos

Exutório: é um ponto de um curso d'água onde se dá todo o escoamento superficial gerando no interior uma bacia hidrográfica banhada por este curso.

Eutrofização: A eutrofização ocorre quando um corpo de água recebe uma grande quantidade de nutrientes que induzem o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas.

Ecossistemas lóticos: são definidos pela presença de água em movimento. Deste modo, o melhor exemplo de ambiente lótico são os rios, riachos e córregos.

Industrial: diz respeito àquilo que pertence ou que está relacionado com a indústria.

Lama: mistura viscosa, pegajosa, de argila, matéria orgânica e água; terra molhada e pastosa; barro, lodo, vasa.

Lençol Freático: é uma reserva de água formada pelo acúmulo de água nas rochas do meio subterrâneo.

Macrófitas aquáticas: são quaisquer plantas que vivem com uma porção de sua parte vegetativa permanentemente imersa em água. O termo se refere tanto às algas como algumas espécies de plantas vasculares.

Manchas de óleo na superfície d'água: é o derramamento de óleo ou por acidentes como rompimentos de dutos ou por intenso fluxo de embarcações nos mares e oceanos, sendo considerado um risco intrínseco da atividade de transporte marítimo.

Matéria em suspensão na água: é o conjunto de partículas sólidas, de origem orgânica ou inorgânica, que está disperso na coluna de água de um corpo hídrico (rio, lago, oceano).

Materiais flutuantes: a observação de materiais flutuantes na água, como blocos de espuma, por exemplo, pode indicar a presença de detergente proveniente do despejo de efluentes ou esgotos domésticos e industriais.

Monocultura: a monocultura é uma técnica que se baseia no cultivo de apenas um tipo de cultura ao mesmo tempo num campo específico. Um grande exemplo de monocultura é o cultivo de soja.

Plantas no fundo: são macrófitas aquáticas, são quaisquer plantas que vivem com uma porção de sua parte vegetativa permanentemente imersa em água. O termo se refere tanto às algas como algumas espécies de plantas vasculares.

Reflorestamento: é a ação de replantar e garantir a manutenção de espécies vegetais em que foram abandonadas, desmatadas ou onde ocorrem incêndio.

Rede hidrográfica: Rede hidrográfica corresponde ao conjunto do rio principal e seus tributários (afluentes).

Rio principal: rio de maior volume localizado na região delimitada do relevo. Esse rio dá nome à bacia, sendo o mais importante.

Serviços ecossistêmicos: Os serviços ecossistêmicos são benefícios fundamentais para a sociedade gerados pelos ecossistemas.

Vegetação natural: é caracterizada como o conjunto de plantas de uma determinada região.

Vegetação ripária nativa: também denominada mata ciliar, vegetação ribeirinha ou vegetação ripícola, é a definição atribuída à vegetação que ocorre nas margens de rios e mananciais e tem como função principal proteger os cursos d'água do assoreamento.

Visível a olho nu: Sem o auxílio de lentes ou de instrumentos ópticos; somente através da vista.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Água no mundo. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>. Acesso em: 13 Jun. 2023.
- BARROS, Carlos. O meio ambiente. 75 ed. São Paulo: Ática, 2013. (6º ano).
- BRASIL. Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999 – Política Nacional de Educação Ambiental.
- CARVALHO, Daniel Fonseca de; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. Hidrologia. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em <http://www.ufrjr.br/institutos/it/deng/jorge/downloads/APOSTILA/LICA%20Parte%201.pdf>.
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de Liminologia. 3. ed. Rio de Janeiro. Interciência, 2011.
- LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.;
- LEITÃO-FILHO, H. F., **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. cap. 3, p. 33-44.
- LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. Biologia Hoje, V.3. Genética, evolução e ecologia. –3. ed. – São Paulo: Ática, 2016.
- PIROLI, Edson Luís. Água e bacias hidrográficas: planejamento, gestão e manejo para enfrentamento das crises hídricas / Edson Luís Piroli. – São Paulo: Editora Unesp Digital.
- RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. **Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida**. Revista de Estudos Ambientais, Blumenau, v. 10, n. 1, p. 74-83, 2008;
- TUNDISI, José Galizia. Água no século XXI: enfrentando a escassez. [S.l: s.n.], 2003.